

# Universitat de Lleida

**L'efectivitat de l'abdominal hollowing sobre l'activació del transvers abdominal en les primeres fases del tractament de gimnastes de rítmica d'iniciació en etapa de creixement amb espondilòlisi lumbar en comparació amb el tractament convencional. Assaig Clínic Aleatoritzat**

Cristina Calvo Estelrich

**Tutor:** Oriol Martínez Navarro

5é Curs Doble Grau Fisioteràpia i Ciències de l'Activitat Física i l'Esport

**Facultat d'Infermeria i Fisioteràpia**

**Universitat de Lleida**

25/05/2020

# ÍNDEX

<b>Llista d'abreviacions .....</b>	<b>6</b>
<b>Resum .....</b>	<b>7</b>
<b>Resumen .....</b>	<b>8</b>
<b>Abstract.....</b>	<b>9</b>
<b>1. Marc Teòric.....</b>	<b>10</b>
<b>1.1. Gimnàstica rítmica .....</b>	<b>10</b>
<b>1.2. Factors de risc de lesions .....</b>	<b>10</b>
<b>1.3. Epidemiologia en la gimnàstica rítmica.....</b>	<b>12</b>
1.3.1. Lesions esportistes d'alt nivell.....	13
1.3.2. Lesions en gimnastes d'iniciació .....	14
<b>1.4. Dolor lumbar .....</b>	<b>16</b>
<b>1.5. Dolor lumbar en gimnàstica rítmica.....</b>	<b>17</b>
<b>1.6. Espondilòlisi .....</b>	<b>18</b>
<b>1.7. Exploració física i valoració de l'espondilòlisi.....</b>	<b>19</b>
<b>1.8. Tractament conservador tradicional en gimnastes.....</b>	<b>21</b>
1.8.1. Inici del tractament: ortesi i repòs.....	22
1.8.2. Inici del tractament: ortesi i teràpia activa .....	24
<b>1.9. Estabilització lumbar .....</b>	<b>27</b>
1.9.1. Exercicis d'estabilització lumbar .....	29
1.9.2. Abdominal hollowing.....	30
1.9.3. Càrrega dels exercicis .....	31
1.9.4. Criteris de progressió en el tractament .....	32
<b>2. Justificació .....</b>	<b>34</b>
<b>3. Objectius i hipòtesi .....</b>	<b>36</b>
<b>3.1. Hipòtesi:.....</b>	<b>36</b>
<b>3.2.Objectiu general:.....</b>	<b>36</b>
<b>3.3. Objectius específics: .....</b>	<b>36</b>
<b>4. Mètodes .....</b>	<b>37</b>
<b>4.1. Disseny.....</b>	<b>37</b>
<b>4.2. Participants .....</b>	<b>38</b>
4.2.1. Mostreig de la població .....	39
4.2.2. Mostra .....	40
4.2.3. Criteris d'inclusió .....	41
4.2.4. Criteris d'exclusió .....	41
4.2.5. Aleatorització.....	42
<b>4.3. Variables de l'estudi .....</b>	<b>42</b>
4.3.1. Intensitat del dolor .....	43

4.3.2. Capacitat d'activació del TrA .....	44
4.3.3. Discapacitat lumbar .....	46
4.3.4. Qualitat de vida .....	47
4.3.5. RTP .....	49
<b>4.4. Maneig de la informació i recollida de dades .....</b>	<b>52</b>
<b>4.5. Generalització i aplicabilitat .....</b>	<b>54</b>
<b>4.6. Anàlisi estadístic.....</b>	<b>55</b>
<b>4.7. Intervenció .....</b>	<b>56</b>
4.7.1. Grup control .....	58
4.7.2. Grup experimental.....	60
<b>5. Calendari .....</b>	<b>75</b>
<b>6. Limitacions i possibles biaixos .....</b>	<b>78</b>
<b>7. Problemes ètics.....</b>	<b>79</b>
<b>8. Organització de l'estudi.....</b>	<b>80</b>
8.1. Investigador principal.....	80
8.2. Fisioterapeutes .....	81
8.3. Traumatòlegs .....	82
8.4. Examinadors .....	82
8.5. Estadístic.....	82
8.6. Registre de dades i preservació de documents .....	83
<b>9. Pressupost .....</b>	<b>83</b>
<b>10. Bibliografia .....</b>	<b>85</b>
<b>Annexes.....</b>	<b>92</b>
Annex 1: Causes de lesions en gimnàstica: factors de risc i mecanismes lesionals.....	92
Annex 2: Lesions més comunes en gimnàstica d'elit .....	93
Annex 3: Radiografia espondilòlisi unilateral dreta .....	94
Annex 4: Qüestionari ODI.....	95
Annex 5: Versió espanyola del qüestionari VSP-A.....	97
Annex 6: Full d'informació pels participants de l'estudi d'investigació.....	99
Annex 7: Consentiment informat .....	102
Annex 8: Característiques sociodemogràfiques .....	104
Annex 9: Plantilla estàndard pel registre de resultats.....	105
Annex 10: Taula d'elements tècnics fonamental i no fonamentals dels aparells de gimnàstica rítmica.....	107

## LLISTA DE TAULES

Taula 1: Adaptada de Vernet et al. (9) tipus de lesió, estructura corporal. localització i mecanisme lesional .....	15
Taula 2: Esquema sobre l'ús de corsé en el tractament d'espondilòlisi (5) .....	24
Taula 3: Distribució de les sessions del grup experimental .....	73
Taula 4: Cronograma de l'estudi.....	77
Taula 5: Pressupost del material de l'estudi.....	84
Taula 6: Pressupost de recursos humans de l'estudi.....	84
Taula 7: Característiques sociodemogràfiques (variables descriptives) .....	104
Taula 8: Elements tècnics fonamentals i no fonamentals dels aparells de rítmica .....	107

## LLISTA DE FIGURES

Figura 1: Gimnasta realitzant l'Stork Test (8) .....	20
Figura 2: Fórmula d'estimació de proporcions .....	40
Figura 3: Operació matemàtica per obtenir el resultat final del ODI (71) .....	47
Figura 4: Equilibri passé en relevé .....	70
Figura 5: Organigrama de l'estudi .....	80
Figura 6: Factors de risc interns i externs; mecanismes de lesió més propenses a provocar l'aparició de les lesions en gimnastes (5).....	92
Figura 7: Percentatge de lesions per localització corporal, tipus, circumstàncies i causes segons les tres disciplines de gimnàstica olímpica i sexe durant els Jocs Olímpics 2008,2012 i 2016 (6) .....	93
Figura 8: Espondilòlisi unilateral dreta als pars interarticularis de L5 (5).....	94

## **LLISTA D'ABREVIACIONS**

**AVD:** Activitats de la Vida Diària

**CAP:** Centre d'Atenció Primària

**CHQ:** Children Health Questionnaire

**EII:** Extremitats Inferiors

**EES:** Extremitats Superiors

**EVA:** Escala Visual Analògica

**LSO:** Ortesis Lumbosacre

**MF:** Multifids

**ODI:** Oswestry Disability Index

**PBU:** Biofeedback Pressure Unit

**RTP:** Return To Play

**SPSS:** Statical Package for the Social Sciences

**TrA:** Transvers Abdominal

**VSP-A:** Vecú et Sante Perçue de l'Adolescent

## Resum

**Pregunta d'investigació:** És efectiu l'abdominal hollowing en el tractament de gimnastes de rítmica d'iniciació de 8 a 18 anys amb l'espondilòlisi lumbar envers el tractament convencional sobre la millora del control de l'activació muscular del transvers abdominal?

**Objectiu:** avaluar l'efectivitat de l'abdominal hollowing en relació amb l'activació de la musculatura abdominal, la intensitat del dolor i el return to play en gimnastes de rítmica entre 8 i 18 anys amb espondilòlisi lumbar en comparació amb el tractament convencional.

**Metodologia:** *Disseny d'estudi:* és un assaig clínic aleatoritzat d'un únic cec. **Mostra:** gimnastes de rítmica d'iniciació de 8 a 18 anys federades i lesionades d'espondilòlisi lumbar. **Aleatorització:** assignació a l'atzar i de forma equivalent al grup control i al grup experimental. Els examinadors romandran cegats. **Intervenció:** el grup control portarà una ortesi lumbosacre rígida (LSO) durant 12 setmanes i iniciarà la rehabilitació al cap de 10 setmanes. El grup experimental la portarà 4 setmanes i serà tractat igual però iniciant, després de les 4 setmanes, un programa d'entrenament del transvers abdominal (abdominal hollowing) durant 6 setmanes. **Mesures:** per mesurar la intensitat del dolor s'emprarà l'Escala Visual Analògica (EVA), la capacitat d'activació del transvers abdominal el Biofeedback Pressure Unit (PBU), la discapacitat lumbar l'Oswestry Disability Index (ODI), la qualitat de vida Vecú et sante perçue de l'adolescent (VSP-A) i el return to play es farà en funció del temps que es tardi a donar l'alta mèdica.

**Paraules claus:** Dolor lumbar, Espondilòlisi lumbar, Adbominal hollowing, Transvers abdominal, Return to play.

## Resumen

**Pregunta de investigación:** ¿Es efectivo el abdominal hollowing en el tratamiento de gimnastas de rítmica de iniciación de 8 a 18 años con espondilólisi lumbar en comparación con el tratamiento convencional sobre la mejora del control de la activación muscular del transverso abdominal?

**Objetivo:** Evaluar la efectividad del abdominal hollowing en relación a la intensidad del dolor, la activación muscular abdominal y el return to play en gimnastas de rítmica entre 8 y 18 años con espondilólisi lumbar en comparación con el tratamiento convencional.

**Metodología: Diseño del estudio:** es un ensayo clínico aleatorizado de un único ciego.

**Muestra:** gimnastas de rítmica de iniciación de 8 a 18 años federadas y lesionadas d'espondilólisi lumbar. **Aleatorización:** asignación al azar y de forma equivalente al grupo control y experimental. Los examinadores estarán cegados. **Intervención:** el grupo control llevará una ortesi lumbosacra rígida (LSO) durante 12 semanas y iniciaran la rehabilitación al cabo de 10 semanas. El grupo experimental la llevará 4 semanas y será tratado igual, pero iniciando después de las 4 semanas, un programa de entrenamiento del transverso abdominal (adbominal hollowing) durante 6 semanas. **Medidas:** para medir la intensidad del dolor se usará la Escala Visual Analógica (EVA), la capacidad de activación del transverso abdominal el Biofeedback Pressure Unit (PBU), la discapacidad lumbar el Oswestry Disability Index (ODI), la calidad de vida el Vecú et sante perçue de l'adolescent (VSP-A) y el return to play se hará en función del tiempo que se tarde en dar el alta médica.

**Palabras clave:** Dolor lumbar, Espondilólisi lumbar, Abdominal Hollowing, Transverso abdominal, Return to play.



## **Abstract**

**Research question:** Is abdominal hollowing more effective in the treatment of initiation rhythmic gymnasts from 8 to 18 years old with lumbar spondylolysis as compared to the conventional treatment upon the improvement of the transverse abdominal muscular activation?

**Objective:** To evaluate the effectiveness of abdominal hollowing in relation to pain intensity, transverse abdominal muscular activation and return to play in rhythmic gymnasts from 8 to 18 years old with lumbar spondylolysis, as compared to the conventional treatment.

**Methods:** ***Study design:*** this is a single blind randomized clinical trial. ***Sample:*** initiation and federated rhythmic gymnasts from 8 to 18 years old with lumbar spondylolysis. ***Randomization:*** participants are randomly assigned to control and experimental groups. The research conductors shall remain blind to their assignment throughout the trial. ***Intervention:*** the control group will be wearing a rigid lumbosacral orthoses (LSO) during 12 weeks. Then, they will start the rehabilitation process during the 10<sup>th</sup> week. The experimental group will be wearing it during 4 weeks and they will be initially treated the same but adding after 4 weeks a training program of the abdominal transverse (abdominal hollowing) during 6 weeks. ***Measurements:*** to measure the pain intensity, the Visual Analog Scale (EVA) will be used, for the activation capacity of the abdominal transverse, the Biofeedback Pressure Unit (PBU) will be applied, for the lumbar disability, the Oswestry Disability Index (ODI) will be utilised, for the quality of life the Vecçu et sante percue de l'adolescent (VSP-A) will be made use of and finally, in order to measure the return to play time, it will be based on the time it takes to medical discharge.

**Key words:** Abdominal Hollowing, Lumbar spondylolysis, Transverse abdominal, Return to play.

## **1. Marc Teòric**

### **1.1. Gimnàstica rítmica**

La gimnàstica rítmica va aparèixer l'any 1936 gràcies a la combinació de diferents escoles de dansa i les tendències gimnàstiques de l'època (1). És un esport regit per una tècnica delimitada i estudiada basada a enllaçar diferents elements, de forma individual o grupal, seguint el ritme de la música. És una disciplina que ofereix un gran ventall i riquesa d'aspectes educatius, psicomotors (individuals) i sociomotors (conjunts), presentats juntament amb una gran complexitat de moviments a causa de la fusió de la tècnica amb la dansa, l'expressió corporal i la manipulació dels aparells (2).

En la modalitat de gimnàstica rítmica les habilitats i destreses bàsiques es poden agrupar en elements del propi cos (salts, girs, equilibris, desplaçaments...) i en el maneig de l'aparell (llançaments, rebots, recepcions, rodaments...). Aquests elements s'uneixen entre ells i amb la introducció del component artístic es crea un exercici propi d'aquesta disciplina esportiva (2). Es caracteritza per una alta exigència tant física com tècnica on és de gran importància el desenvolupament de les capacitats motrius bàsiques, principalment la flexibilitat i la força, ja que juguen un paper molt important respecte a l'execució dels diferents elements corporals (3).

La gimnàstica rítmica és una disciplina esportiva que ha anat evolucionant al llarg dels anys i amb ella els diferents entrenaments, tècniques, competicions i exigències. Es tracta d'un esport on l'execució i la tècnica dels moviments són la base del rendiment esportiu i aquests moviments obliguen a portar el cos de les gimnastes als límits articulars que, si no són compensats, poden provocar lesions i empitjorar la seva qualitat de vida (1).

### **1.2. Factors de risc de lesions**

Els factors de risc es defineixen com la predisposició o l'augment de les possibilitats de sofrir una lesió. Els podem dividir en intrínsecs o extrínsecs i en modificables o no modificables (4).

Els factors de risc intrínsecs són aquells que es troben en el propi esportista i que poden suposar una dificultat a l'hora de realitzar la pràctica esportiva (1), és a dir, són

característiques biològiques i psicosocials individuals que predisposen a una persona a patir una lesió com podrien ser: una lesió prèvia, el sexe, el pes, la talla, l'edat, la força, l'estrès...(5). En canvi, els extrínsecs fan referència als que provenen de l'exterior de l'esportista com podrien ser: el nombre d'hores d'entrenament, el nivell de competició, el calçat utilitzat, la superfície d'entrenament... (1,5).

Els factors de risc modificables són aquells que poden ser alterats gràcies a les estratègies de prevenció de lesions, com amb el treball de les capacitats bàsiques i les coordinatives: força, flexibilitat, equilibri.... Per altra banda, els no modificables són aquells que no es poden canviar ni alterar com l'edat o el gènere (1,5)

Les lesions de les gimnastes es poden donar per diverses causes però la més comuna és el sobreentrenament. Aquesta modalitat esportiva implica alts nivells de rendiment i de intensitat el que suposa un elevat nombre d'hores de pràctica i un alt nivell d'estrès tant físic com psicològic (1,6). Les gimnastes que es troben entre els 7 i 18 anys acostumen a entrenar aproximadament entre unes 21 i 37 hores a la setmana durant 11-12 mesos a l'any (6), el que suposa un elevat volum d'hores d'entrenament provocant un alt risc de patir lesions (1). A tot això cal sumar-li que la metodologia que acostumen a emprar per millorar la tècnica són les repeticions constants (1).

L'edat tan primerenca (5-6 anys) a la que aquestes gimnastes inicien la seva pràctica esportiva és un possible factor de risc que pot provocar l'aparició de lesions esportives a causa de la immaduresa del sistema musculoesquelètic i, conseqüentment, els cartílags, les articulacions i els ossos són més susceptibles a patir lesions (1,5-7).

La categoria esportiva també és un paràmetre a tindre present, ja que molts d'autors asseguren que a major categoria i nivell hi ha un augment de les lesions que es poden provocar per una relació directament proporcional a l'augment d'hores d'entrenament per arribar a assolir el nivell d'exigència que implica aquella categoria (1,7,8).

A part de tots els factors de riscos explicats anteriorment: el moment de l'aparició, el sexe, l'edat, el pes, l'estrès, la categoria, el tipus d'esport, les hores de pràctica...(1,5) N'hi ha d'altres que també són de gran importància com el tipus i la localització anatòmica de la zona

lesionada, el grau de severitat, el temps de baixa, el moment de la temporada, lesions prèvies, antropometria, el terreny sobre el qual es practica...(1).

Resumint, els principals factors de risc presents en gimnastes de rítmica són (1,5–9) (Annex 1):

1. Especialització primerenca.
2. Sobreentrenament.
3. Metodologia emprada: repeticions del mateix gest tècnic i moviment.
4. Immaduresa del sistema músculo-esquelètic.
5. Nivell de competició.
6. Superfície sobre la que es realitza.

Per tant, tots aquests factors, juntament amb la biomecànica implícita de la gimnàstica rítmica, provoca un elevat estrès al cos portant-lo a rangs de moviment extrems i a l'absorció d'elevades càrregues i forces sobre els membres superiors, inferiors i la columna vertebral que no es troben en altres esports. Tots aquests factors de riscos provoquen que les gimnastes estiguin predisposades a patir certs tipus de lesions específiques que necessitaran posteriorment rehabilitació (8,10). Seguidament es farà una anàlisi sobre l'epidemiologia de les lesions més comunes i específiques en la gimnàstica rítmica.

### **1.3. Epidemiologia en la gimnàstica rítmica**

La definició del concepte "lesió esportiva" ha suposat un gran debat. Garcia (1) citant a Walker (11) i a Romiti et Finch (12) les defineixen com tota aquella lesió, dolor o dany físic que es produeix com a resultat de l'esport, l'activitat física o l'exercici (11) provocant l'absència de l'esportista en les sessions d'entrenament i les competicions (12).

Per a quantificar les lesions esportives s'empra la incidència, és a dir, el nombre de casos de malaltia o lesió que es produeixen en una població clarament definida durant un període de temps i es valora tenint en compte el temps d'exposició dels esportistes a l'entrenament i a la competició. S'expressa amb el nombre de lesions per cada 1000 hores de participació, és a dir, s'empra la relació de 1:1000 (1).

La incidència varia d'uns esports a uns altres, en el cas de la gimnàstica rítmica oscil·la entre 1,20 lesions per 1000 hores d'exposició (1) i de 1,46 lesions per cada 1000 hores d'exposició (9).

Abans d'iniciar l'anàlisi sobre les lesions més comunes d'aquest esport és interessant destacar l'acte que va tenir la Federació Internacional de Gimnàstica (FIG) realitzant diversos canvis i modificacions al reglament per prevenir lesions. Aquest dóna a entendre que l'organització és conscient que la pràctica d'aquest esport és molt lesiu i està intentant prendre mesures per tal de canviar-ho (6,13).

### **1.3.1. Lesions esportistes d'alt nivell**

Si s'analitzen les lesions en esportistes d'alt rendiment d'aquesta disciplina esportiva es pot trobar que les diferents regions anatòmiques, el tipus de lesió, les circumstàncies i les causes que provoquen la lesió (Annex 2) varien en el cas que es centri únicament l'atenció en gimnàstica rítmica d'iniciació o base. El que interessa, amb major mesura, són les zones corporals que han estat més afectades.

En gimnàstica aeròbica, artística, rítmica i de trampolí, que són les modalitats olímpiques, el 62,8% de gimnastes que varen patir una lesió va ser a les extremitats inferiors (EEII), el 23,1% al tronc, mentre que el 14,1% presentava la lesió a l'extremitat superior (EESS). Si es concreta encara més se pot observar que el 21,8% referia la lesió al turmell. Molt a prop es troben les lesions de la columna lumbar amb un 14,1% i les del peu amb un 12,8% (6).

Si es centra l'atenció en el tipus de lesions es diferencia que el 34,6% varen ser esquinços, tendinopaties/pinçaments/artritis el 17,3%, contusions el 9,9% (acostumen a ser amb objectes immòbils) i fractures el 7,4% (6).

Respecte al moment quan es varen produir les lesions destacar que el 49,4% dels cops es va donar durant els entrenaments mentre que les altres es varen produir durant la competició.

Una mesura molt emprada en la literatura per valorar la gravetat de les lesions en gimnàstica és la durada de la restricció del rendiment esportiu posterior a la lesió. És a dir, el temps perdut en l'entrenament i les competicions com a resultat de la lesió. Així i tot, en aquest return to play (RTP) també actuen altres factors més subjectius com la motivació personal, la influència

dels companys, el suport del personal tècnic i altres variables que poden afectar a la tornada a la pràctica de les gimnastes. No és estrany veure a gimnastes competint amb problemes de lesions crònics (5).

Per altra banda, les gimnastes de competició perden 4 sessions d'entrenament a causa de lesions i s'arriben a modificar fins a 32 entrenaments, ja que és possible continuar amb però adaptant les sessions i treballant altres habilitats que no impliquin la regió anatòmica afectada (5).

Es conclou que l'esquinç de turmell, més concretament el lligament peroneoastragalino exterior, és la lesió més freqüent que es dona en gimnàstica rítmica d'alt nivell seguit del dolor a la zona lumbar (6).

### **1.3.2. Lesions en gimnastes d'iniciació**

Canviant d'àmbit i centrant la mirada sobre l'esport base d'aquesta disciplina esportiva, coneguda també com a "iniciació", es pot observar que hi ha un lleuger canvi respecte a la localització del dolor i de la lesió. El nombre de lesions a nivell de tronc (l'esquena) és superior al del membre inferior (1,9), havent una prevalença del 70% de lesions en gimnastes d'aquest tipus en comparació al 47% trobats en el grup control (1).

El mecanisme lesional que predomina és la sobrecàrrega d'entrenament produint contractures, és seguit dels mals recolzaments i de les repeticions dels gests tècnics. A més a més, també cal destacar que igual que en l'article anterior es donen un major nombre de lesions durant l'escalfament (50%) i la part tècnica específica (34%), on l'exercici de la pilota és el més lesiu a causa de les constants hiperextensions que s'executen per mantenir la pilota en una posició inestable durant les dificultats corporals (9).

Les gimnastes d'iniciació en edat escolar perden aproximadament 10 o més dies d'entrenament provocat per aquests tipus de lesions indicades anteriorment, però cal tindre en compte que la freqüència de sessions d'aquest grup és molt menor que el de les gimnastes d'elit (5).

Crida l'atenció que el moment quan es produeixen les lesions és durant l'escalfament el que fa pensar que és necessari realitzar un escalfament complet amb càrregues progressives sobre

determinades estructures corporals que es veuen implicades en els diferents gests, tenint en compte l'estat maduratiu de la gimnasta i les seves aptituds. A més a més, destacar que cal prestar atenció a les dificultats de salts perquè s'ha demostrat que són els elements de major incidència lesiva a causa de la repetició i de la mala col·locació corporal durant la fase de vol i recepció (9).

*Taula 1: Adaptada de Vernet et al. (9) tipus de lesió, estructura corporal. localització i mecanisme lesional*

<b>Tipus de lesions</b>	<b>N</b>	<b>%</b>
Contractures	24	48
Esquinços	10	20
Tendinitis	8	16
Ruptures de fibres musculars	3	6
Altres	5	10
<b>Estructura corporal</b>	<b>N</b>	<b>%</b>
EESS	2	4
Tronc	23	46
EEH	25	50
<b>Localització zona lesió</b>	<b>N</b>	<b>%</b>
Coll	2	4
Mà	2	4
Esquena	21	42
Cuixa	7	14
Genoll	4	8
Tíbia	2	4
Turnell	8	16
Peu	4	8
<b>Mecanismes lesionals</b>	<b>N</b>	<b>%</b>
Sobrecàrrega d'entrenament	22	44
Mal recolzament	15	30
Per repetició	7	14
Altres	6	12

Per tant, es pot arribar a concloure que la lesió i afectació més comuna per excel·lència en la gimnàstica rítmica d'iniciació segons el que demostra la bibliografia és el dolor en la columna

vertebral, més concretament en la zona lumbar, referint-se a parts toves, lligaments i sistema muscular, causat per un elevat nombre d'hores d'entrenament (1,9).

Respecte al dolor lumbar les lesions més estudiades i prevalents, després de les lesions per sobreús, és l'espondilòlisi i espondilolistesis (7,14,15). Per tant, s'especificarà i s'entendrà el terme "dolor lumbar" com a símptoma de l'espondilòlisi. Un 2,3% de la població general femenina presenta aquesta fractura per estrès de la columna. En atletes adolescents amb dolor lumbar provocat per l'espondilòlisi la prevalença és del 30% (14). Si se segueix concretant i es parla de gimnàstica la incidència és 4 cops més elevada que la de la població general, trobant-se un 11% d'incidència d'espondilòlisi lumbar en aquest grup específic de la població (8,15,16). Les afectacions d'espondilòlisi de L5 i S1 acostumen a presentar un desnivell vertebral veient-se afectada la capacitat vertical del sacre i disminuint la flexibilitat i la força de la musculatura isquiotibial i flexora de maluc (16).

#### **1.4. Dolor lumbar**

El dolor lumbar és definit com el dolor o la molèstia que se sent en l'àrea entre la costella inferior i els plecs glutis (17). És una afectació comuna i incapacitant que s'associa a la pèrdua de la productivitat laboral, mala qualitat de vida, elevades despeses mèdiques i una càrrega econòmica substancial per la societat (18,19).

Aquesta afectació a les lumbar molts cops s'associa a una etiologia probable com podria ser: radiculopatia, estenosis espinal, hèrnia discal, espondilòlisi... En canvi, la majoria dels casos de dolor lumbar són d'origen desconegut i són classificats com a dolor lumbar inespecífic (19) perquè el dolor no és provocat per fractures, traumatismes, malalties sistèmiques o compressions radiculars comprovades i no tenen indicacions de tractament quirúrgic (17,20).

Les causes que provoquen aquest dolor són multifactorials per tant cal seguir el model biopsicococial per referir-se als factors etiològics implicats. Per començar, fent referència als factors biològics es destaquen possibles alteracions estructurals i funcionals del sistema musculoesquelètic i de l'estat de salut general que poden irradiar dolor a n'aquesta zona del cos (20).



Respecte als factors socials es poden trobar condicions desfavorables laborals i de la vida quotidiana que provoquin l'adopció de males postures, moviments bruscs i esforços innecessaris i elevats (20).

Els factors psicològics juguen un paper molt important en el dolor lumbar perquè està vinculat a sensacions adverses i experiències afectives on els canvis motivacionals, emocionals i conductuals juguen un paper molt important respecte a l'agreujament, la percepció i l'enfrontament del dolor. Aquest tipus d'afectació està associat a situacions d'estrès, ansietat, depressió, ira i altres sensacions negatives (20).

Per acabar amb aquest apartat més general de dolor lumbar cal tindre present que aquest dolor a part de classificar-se en específic o inespecífic també es pot classificar depenent de la durada del dolor. Es pot dividir en: agut (menys de quatre setmanes), subagut (entre quatre setmanes i tres mesos) i crònic (tres mesos o més) (19).

### **1.5. Dolor lumbar en gimnàstica rítmica**

La gimnàstica rítmica requereix la combinació de força i flexibilitat de les estructures espinals de l'esportista. Aquestes demandes poden produir desequilibris músculo-esquelètics i altres alteracions a nivell de la columna vertebral que provoquin dolor lumbar i a l'hora esquinços, síndromes facetals, espondilòlisi, espondilolistesi, fractures per estrès, entre moltes altres patologies, si no se'ls atén a temps i de manera oportuna (5).

El més important és descobrir la causa que provoca el dolor lumbar. La detecció permetrà als especialistes sanitaris i a l'entrenador poder preparar de forma òptima el pla de tractament i disminuir els símptomes a llarg termini (5).

Les lesions més comunes de la columna vertebral que produeixen dolor lumbar i que es donen en aquest esport són: lesions per sobreús, lesions de la columna cervical, espondilòlisi, espondilolistesis, síndrome facetar, patologia de Scheurmann, fractures de còccix, escoliosis, dolor discogènic, hèrnies discals, disfunció del sòl pèlvic (5,10). Així i tot, com s'ha explicat

anteriorment les lesions més estudiades i prevalents, després de la lesió per sobreús són l'espondilòlisi i l'espondilolistesi (16,21).

### **1.6. Espondilòlisi**

L'espondilòlisi és definida com la fractura per estrès de la columna vertebral més comuna de la zona lumbar en gimnastes (5,7,10,14,21,22). És el terme emprat per definir les fractures per fatiga de l'arc vertebral que acostumen a ocórrer en els pars interarticularis, les porcions de les vèrtebres lumbars que uneixen les articulacions superiors i inferiors de les vèrtebres. Aquesta fractura també es pot produir a la porció de la vèrtebra posterior però és molt menys comuna, i pot progressar cap a una espondilolistesis, és a dir, la translació d'una vèrtebra sobre l'altre (5,8,10,15,22).

El mecanisme lesional més comú que provoca la fractura per estrès són les repetides hiperextensions i rotacions de la columna vertebral (5,7,8,14,15,22). És possible que prèviament existeixi un mecanisme traumàtic agut que causi una microfractura inicial de l'os i, posteriorment, amb les constants extensions i rotacions de la columna, es vagi agreujant i augmentant cada cop més convertint-se en una fractura (5,8,10).

Es poden diferenciar dos tipus d'espondilòlisi: les unilaterals i les bilaterals. Les que són unilaterals, són aquelles fractures que únicament es localitzen a la part dreta o esquerra de la vèrtebra (Annex 3); mentre que en les bilaterals les dues cares de la vèrtebra estan danyades. Per tant, cal destacar que tindran una major facilitat de curació les espondilòlisis unilaterals (5).

La localització més comuna d'aquesta lesió és entre L4 i L5 o L5 i S1 (5,15,23). Els casos d'espondilòlisi que es localitzen per sobre de L4 triguen molt més a curar-se que aquelles que es localitzen entre L4 i L5 (5,7).

En els nens i adolescents, l'arc posterior no està totalment ossificat i el disc intervertebral és molt elàstic produint que els pars siguin més susceptibles a l'errada per fatiga, ja que és on es concentra el major estrès mecànic davant forces de tensió i cisallament, principalment en

pràctiques que impliquen hiperextensions reiterades del tronc, com és la gimnàstica rítmica. En condicions normals l'estabilitat de l'articulació afectada es dona gràcies als estabilitzadors estàtics (integritat dels discs, lligaments i l'orientació de les superfícies articulars) i els estabilitzadors dinàmics (sistema neuromuscular) (23).

La presentació clínica de les gimnastes serà molt similar a la de la població general, és a dir, tindran dolor a la zona lumbar podent-se referir a la natja i a les parts més proximals de les EEII. La gran diferència que es trobarà respecte a la població general serà que aquestes esportistes el seu dolor s'agreuja en certs moviments i gests tècnics propis i comuns de la gimnàstica rítmica com podrien ser: el pont, el Kavaeva, els passos de dansa, la cistella... (10).

L'espondilòlisi acostuma a anar acompanyada d'una disminució de la flexibilitat de la musculatura isquiotibial (15,23) i de la força de la musculatura flexora de maluc (8).

### **1.7. Exploració física i valoració de l'espondilòlisi**

L'exploració física i la valoració acostumen a ser inespecífiques (10). Primer de tot es realitza una exploració visual en tots els diferents plans per valorar qualsevol anomalia. La irregularitat més comuna que es pot observar és un augment de la lordosi lumbar (15).

Seguidament es portarà a terme l' Stork Test. En la seva execució se sol·licita a la gimnasta que es mantingui monopodalment amb una flexió de maluc i flexió de genoll de l'extremitat que no es troba recolzada (es pot ajudar de les mans) i la cama de sota en extensió. En aquesta posició es demana que realitzi una extensió de la columna lumbar. Altres autors també inclouen la possibilitat que el mateix examinador apliqui pressió sobre les espatlles de forma suau i a baixa intensitat per accentuar l'extensió i comprovar si augmenten lleugerament els símptomes (15). Aquest test serà positiu si es reproduïx el dolor en el costat homolateral de la cama que està recolzada (8,10,15,22,24).

Encara que la finalitat d'aquest test és comprovar si es reproduïx el dolor durant l'extensió del tronc també serà important valorar si hi ha tensió o dolor quan es retorna a la posició inicial, és a dir, durant la flexió de tronc. Si es produeix aquesta tensió podrà significar que hi

ha debilitat abdominal i escurçament de la musculatura isquiotibial i flexora de maluc homolateral al costat afectat (15).

En el cas que siguin gimnastes cal tenir en compte que la flexibilitat d'aquests subjectes no és similar a la dels estàndards. Aquest fet implica que una simple flexió de genoll de la cama contralateral no és suficient i es necessitarà l'ajuda dels braços que actuaran de contrapreeses per així augmentar la flexió de maluc. A més a més, aquestes esportistes poden aconseguir rangs molt elevats, inclús superant els 90º, el que implicarà que caldrà valorar amb el mateix test el costat contralateral per poder comprar (15).

L' Stork Test produeix un augment de l'estrès i la compressió de les estructures vertebrals posteriors amb el moviment de l'hiperextensió de la columna vertebral desencadenant dolor localitzat a la zona lumbar però és important tenir en compte que pot estressar també altres estructures vertebrals, no únicament els pars intervertebrals, el que implica que no sigui una prova específica únicament per valorar l'espondilòlisi (8,10,22). Per tant, es necessitarà una valoració més completa per determinar si el dolor lumbar és produït per aquesta lesió o per una altra causa (8).



*Figura 1: Gimnasta realitzant l'Stork Test (8)*

S'ha de tenir present la possibilitat d'obtenir proves diagnòstiques per imatge, que seran proves complementàries que ajudaran a determinar si es tracta d'una fractura (8). S'han fet revisions exhaustives de les estratègies d'imatge per detectar les espondilòlisi, ja que hi ha

diverses opcions que es poden emprar: radiografies planes, exploració òssia planària nuclear, tomografia assistida per ordinador amb emissió de fotons (SPECT), tomografia assistida per ordinador (CT) i ressonàncies magnètiques (RM) (10,14,23–25).

Les dues primeres proves gairebé no s'empren perquè per detectar l'espondilòlisi serà necessari que aquesta vagi acompanyada d'una altra anormalitat o lesió més important i gran. A més a més, altres proves com la SPECT o CT són més sensibles i més específiques (10).

El CT ofereix una majora visualització de la morfologia òssia i facilita el diagnòstic diferencial amb altres lesions. L' SPECT és útil per avaluar l'activitat al lloc lesionat, per detectar reaccions d'estrès o una lesió subaguda dels pars abans que la fractura sigui visible en la radiografia simple plana. Si la prova dóna positiu suggerirà que la lesió pot curar-se de forma adequada i amb èxit. Així i tot, també és important saber que és una tècnica costosa, poc accessible i que emet una elevada radiació (15).

Per tant, el que es proposa és realitzar una exploració amb la prova SPECT. Si aquesta és positiva es procedirà a realitzar una CT, és més específica i permet obtenir imatges més fines que poden ser emprades per determinar l'èxit de la curació òssia. La CT ofereix la possibilitat de detectar una reacció primerenca a l'estrès dels pars sense que hi hagi una fractura excessiva donant l'oportunitat d'actuar precoçment amb l'objectiu de produir una correcta solidificació òssia (8,10,14,24).

Així i tot, és important tenir en compte que encara hi ha una manca d'evidència d'assajos clínics controlats per determinar quina d'aquestes proves d'imatge és més eficaç (10).

### **1.8. Tractament conservador tradicional en gimnastes**

L'espondilòlisi es pot tractar de forma conservadora o quirúrgica. Aquest treball es centrarà en el tractament conservador del qual hi ha diversitat d'opinions, controvèrsia i una manca d'evidència científica sobre el seu tractament en esportistes que practiquen gimnàstica rítmica (22). Les recomanacions actuals poden incloure alguna o totes les pautes següents: limitació de les activitats, corsés, estimuladors ossis i/o fisioteràpia (22,26). Tant és així que es

diferencien dos tipus de tractaments que varien principalment en l'actuació durant les primeres setmanes després de ser diagnosticada l'espondilòlisi.

### **1.8.1. Inici del tractament: ortesi i repòs**

Hi ha certa bibliografia que explica la necessitat de fer repòs i de parar l'activitat gimnàstica durant el procés de rehabilitació (7,22,27,28). El temps de descans indicat caldria que fos el necessari perquè es produís la consolidació òssia i per evitar la presència de dolor (7,10,28). Així i tot, hi ha diferències, ja que alguns autors declaren que la unió òssia no és necessària per aconseguir un bon resultat clínic perquè justifiquen que encara que no s'hagi consolidat la fractura és probable que no hi hagi dolor, ni altres símptomes, i es pugui tornar a realitzar l'activitat esportiva (7,22,27-30).

Per tant, hi ha controvèrsia sobre el temps de repòs total, en el qual no es porta a terme cap altre tipus de teràpia simultània. Aquest temps de descans oscil·la entre 2-3 setmanes (31), 4-6 setmanes (22,32) o inclús pot arribar a 10-12 setmanes (8,10,28,30,33-36). La finalitat d'aquest temps de pausa d'activitat esportiva és la d'evitar qualsevol moviment d'extensió amb l'objectiu d'afavorir la consolidació òssia (8).

Les ortesis són definides com els dispositius externs aplicats al cos per restringir la mobilitat (27). Aquests articles ofereixen la possibilitat d'emprar ortesis en esportistes joves però dependrà de l'opinió del terapeuta respecte als corsés, ja que hi ha manca d'evidència sobre quin tipus de corsé emprar i sobre la seva eficàcia (7,8,22,23,28,32,37). No s'han trobat diferències significatives a favor de cada un dels tractaments: entre els pacients que són tractats amb les ortesis (89%) i els tractats sense (86%) (7,8,32,37,38). Les ortesis són emprades per controlar el dolor a través de la limitació del moviment i de la reducció de l'estrès en el segment lesionat, intentant aconseguir una curació completa per tal que no progressi a una espondilolistesi (7).

Les ortesis més emprades en espondilòlisi són les tóraco-lumbars (TLSO) perquè permeten restringir les lordosis a 0º i les lumbosacres (LSO). Els dos tipus disposen de dues variacions: flexibles i rígides. Les LSO s'estenen des de la pelvis fins a l'apèndix xifoides per la cara anterior

i fins l'angle inferior de l'escàpula per la cara posterior. Per altra banda, les TLSO s'estenen encara més podent arribar fins a la meitat de l'escàpula (27).

Les ortesis flexibles, siguin TLSO o LSO, acostumen a estar prescrites pel tractament del dolor lumbar. Aquests tipus de corsés són ajustable mitjançant cordons, velcros, ganxos o corretges. La seva funció és disminuir l'activitat mioelèctrica dels músculs paraespinals i dels músculs abdominals que augment la pressió intrabdominal. Però per altra banda, les ortesis rígides són efectives limitant el moviment en el pla sagital, limitant els moviments de rotacions i inclinacions laterals (27).

Per tant, en el cas d'aquest tractament es fa un major ús de les TLSO i LSO rígides perquè el que busquen és restringir el moviment. En alguns articles especifiquen que la més emprada és la Boston Overlap Brace (15), mentre que els altres únicament indiquen que l'ortesi utilitzada és la TLSO, sense especificar el model (5,15,27,31).

La LSO és la més comuna i s'ha comprovat que és més efectiva respecte a la disminució dels símptomes. La LSO acostuma a estar fabricada per polietilè d'alt pes molecular, el que implica que sigui rígida. Cobreix des de 3 centímetres per sota de l'apèndix xifoides fins a 1,5 cm per sota de les espines ilíaques antero-superiors. Aquesta ortesi mostra una restricció superior pel que fa a la flexió, extensió i rotació, a més a més que, la unió òssia era superior en comparació amb les LSO suaus aconseguint un percentatge d'unió en la primera fase d'un 27%. Així i tot, aquest tipus d'ortesi té altres efectes negatius com la complicació per vestir-se a causa de la rigidesa, produeix sensació d'estretor, provoca calor, humitat i malestar general (29).

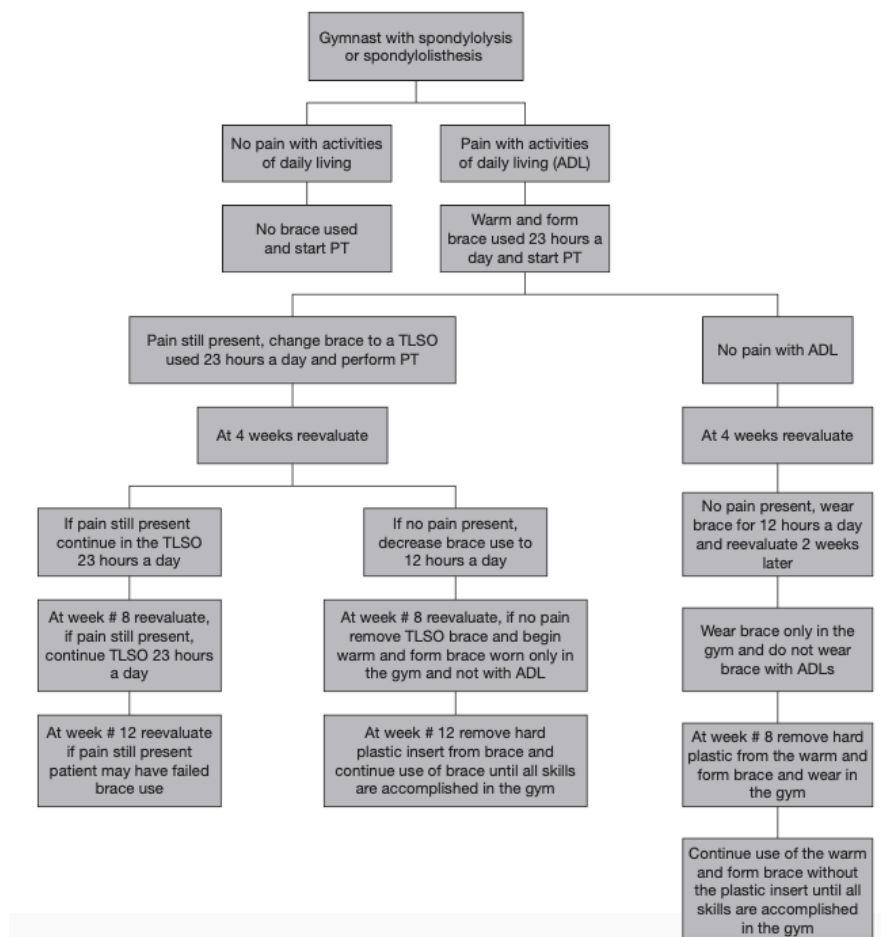
Un cop que ha finalitzat el temps de repòs s'iniciarà la teràpia activa per tal d'augmentar la força de la musculatura d'EEII, CORE (superficial i profund) i tronc (glutis, quàdriceps, psoes ilíac, erectors espinals...); la propiocepció i la flexibilitat de les espatlles, de la columna toràcica i dels isquiotibials (5,18, 17,19). Posteriorment es tornarà a la pràctica habitual de gimnàstica rítmica de forma progressiva i lògica (8,22).

Cal tindre present que els esportistes que presenten una espondilòlisi simptomàtica acostumen a trigar entre 5 i 6 mesos després de l'inici del tractament per tornar a l'activitat esportiva original, fet que implica que estiguin molt de temps parats (7,30,39,40).

### 1.8.2. Inici del tractament: ortesi i teràpia activa

Per tal d'explicar l'altra tendència, menys emprada i més innovadora, d'usar ortesi i iniciar la teràpia activa en etapes primerenques després de ser diagnosticada l'espondilòlisi s'emprarà el següent esquema (Figura 6). Cal tenir en compte que altra bibliografia que utilitza aquest tractament no coincideixen amb total exactitud en certes variables (el temps que es tarda en retestar, el tipus de corsé que s'empra...) però sí que s'aproximen a la gran majoria d'aspectes (5,15,27).

Taula 2: Esquema sobre l'ús de corsé en el tractament d'espondilòlisi (5)



ADL: Activitats de la vida diària; PT: Teràpia activa; TLSO: ortesi toracolumbar (5)



Aquest model de tractament empra com a criteri per poder avançar en el tractament la presència de dolor en les activitats quotidianes, és a dir, no es basa en proves diagnòstiques, graus d'extensió de la columna sense dolor ni altres paràmetres que es podrien emprar per determinar si l'evolució és favorable o no (5).

Abans d'iniciar el tractament es diferenciarà la presència de dolor en les activitats de la vida diària (AVD). Si la resposta de la gimnasta és:

- No presenta dolor a la seva vida diària: no necessitarà portar ortesi i començarà amb la rehabilitació (5).
- Si la persona presenta dolor en les AVD: s'emprarà un corsé elàstic que haurà de portar 23 hores al dia, únicament se'l podrà treure per dutxar-se i realitzar la rehabilitació. L'objectiu de l'ortesi és disminuir el dolor del dia a dia, inclús per poder dormir; per evitar la irritació de la zona patològica intentant que se soldi la fractura més ràpidament i per prevenir espasmes musculars (5).

Passades dues setmanes es tornarà a realitzar el test i se demanarà si continua el dolor en les AVD. Si la resposta és:

- No presència de dolor: es mantindrà un corsé suau durant 4 setmanes. Posteriorment es tornarà a retestar. Si no presenta dolor portarà l'ortesi únicament durant 12 hores al dia i es tornarà a avaluar passades dues setmanes. En el cas que no tingui dolor es portarà únicament durant la pràctica esportiva, retirant-lo en les AVD. Al cap de vuit setmanes es retirarà el plàstic dur de l'ortesi i se seguirà emprant durant els entrenaments de gimnàstica fins al moment que es torni a recuperar totes les capacitats i habilitats gimnàstiques que havia aconseguit prèviament a la lesió (5).
- Presència de dolor: es col·locarà una TLSO o LSO, la Boston (15). Aquesta ortesi oferirà major rigidesa i restricció de moviment, es portarà 23 hores al dia, podent-se retirar durant la rehabilitació i les activitats d'higiene. Un cop que portin la TLSO rígida, es tornarà a valorar el dolor a les 4, 8 i 12 setmanes. En cas que en algunes d'aquestes

avaluacions el dolor persisteixi es continuarà amb el mateix tractament, portant la TLSO 23 hores al dia. Per altra banda, si 12 setmanes després el dolor continua es donarà per fallida la utilització de l'ortesi com a tractament i s'haurà de buscar una altra alternativa (5).

En el cas que a les 4 setmanes quan es valori el dolor ja no estigui present, tingui el rang de moviment complet i sense dolor, es disminuirà el temps d'ús de la TLSO a 12 hores diàries i s'emprarà un corsé elàstic suau més petit (LSO) únicament en la pràctica esportiva i no en les AVD. Si al cap de 6 setmanes es torna a valorar i si és correcte s'emprarà l'ortesi únicament al gimnàs. 12 setmanes després es retirarà el plàstic dur i se seguirà emprant el corsé fins a tornar a aconseguir executar els mateixos elements gimnàstics que realitzava anteriorment. El benefici d'emprar aquest corsé més petit i menys rígid és un recordatori per la gimnasta i l'entrenador perquè continuïn realitzant els exercicis de rehabilitació i progressin de forma adequada, a més a més, de suposar un recordatori propioceptiu per tenir un major control del CORE (5).

Tan d'hora les gimnastes estiguin diagnosticades d'espondilòlisi o espondilolistesi es recomana que la gimnasta comenci amb la rehabilitació i la teràpia activa, força i flexibilitat, per corregir possibles desequilibris musculars que s'hagin detectat amb l'objectiu de millorar l'estabilitat i el funcionament del CORE (5).

Si no presenta dolor en les AVD es començarà a treballar durant les 4 primeres setmanes amb una posició neutra tant de flexió de tronc com d'extensió. A la sisena setmana es començarà a treballar l'extensió de tronc. En canvi, si ha portat prèviament TLSO, aquest treball d'extensió de columna acostuma a iniciar-se entre la vuitena i dotzena setmana. El criteri que determina que es comenci a treballar la força i la flexibilitat en posició d'extensió de tronc és no presentar dolor a les AVD (5).

Per portar a terme aquest treball d'extensió de tronc es seguirà una progressió lògica. Primer es treballarà amb les extensions del maluc, seguidament amb les extensions de tronc per finalment combinar aquests dos moviments de forma simultània. A propòsit d'això, indicar que no es començaran a treballar habilitats pròpies i característiques de la gimnàstica que

impliquin extensions d'esquena fins que prèviament no s'hagi aconseguit un arqueig complet durant la rehabilitació (5).

Després de testejar la força i flexibilitat de la musculatura de forma aïllada cal provar funcionalment els grups musculars. Una lesió d'esquena també ha de recuperar la capacitat d'equilibrar mitjançant exercicis propioceptius, dinàmics i estàtics restaurant la seva pròpia consciència kinestèsica. La gimnasta ha de ser capaç de coordinar la funció dels músculs per controlar la columna vertebral amb retencions en posicions estàtiques i mitjançant moviments dinàmics de nucli. Ha d'intuir i de sentir que està emprant els músculs adequats en funció del moviment i ha de saber realinear-se adequadament (5).

### **1.9. Estabilització lumbar**

L'estabilitat fa referència a la capacitat de mantenir l'estat d'equilibri davant les forces tant d'origen intrínsec com extrínsec a les que es veu sotmès un cos. L'estabilitat del CORE és la capacitat de les estructures osteoarticulars i musculars, coordinades amb el sistema de control motor, per mantenir o tornar a una posició o trajectòria del tronc quan aquest està sotmès a diferents forces internes i externes (41,42).

L'estabilitat de la columna vertebral és causada pel CORE. Es teoritza que durant qualsevol moviment de les extremitats la musculatura del nucli es contreu, augmentant simultàniament la pressió intraabdominal per estabilitzar la columna vertebral amb la finalitat de produir força i evitar lesions (41). Aquesta estabilitat es donarà gràcies a la correcta funcionalitat dels tres subsistemes que el formen: el passiu, l'actiu i el neuromuscular (1,41,43,44).

El subsistema passiu és el format per les vèrtebres, els discs intervertebrals, els lligaments i les càpsules articulars (43,44). El subsistema actiu està format per músculs i tendons oferint estabilitat mecànica gràcies a l'àrea transversal i als majors braços de palanca dels que disposa en comparació amb el subsistema passiu. Els principals músculs estabilitzadors implicats són el transvers abdominal (TrA) i els multífids (MF) (43–45). Els segons aporten rigidesa activa en L4 i L5 i proporcionen propiocepció sobre la posició de la columna dorsal. Per altra banda, el TrA és preactivat abans de realitzar qualsevol moviment de les extremitats i augmenta la

tensió de la fàscia tòraco-lumbar i la pressió intraabdominal. També, cal destacar les fibres anteriors de l'oblic intern perquè tenen una funció sinèrgica amb el TrA, els erectors espinals i el quadrat lumbar perquè actuen principalment en l'estabilitat lateral de la columna i en el pla frontal i transversal, sinèrgicament amb el psoes ilíac (43,45). Altres autors inclouen també la musculatura del sòl pelvià dintre d'aquests músculs estabilitzadors de fibres de contracció lenta (1).

Per altra banda, es trobarien dintre del sistema actiu la musculatura superficial formada per fibres de contracció ràpida que s'encarreguen dels moviments que impliquen una major força com podrien ser: el recte de l'abdomen, el quadrat lumbar i l'oblic extern (1).

El subsistema neuromuscular està format per nervis i el sistema nerviós central. Ofereix una funció propioceptiva respecte als dos sistemes esmentats anteriorment per tal de coordinar i ajustar les tensions dels músculs estabilitzadors (45). Aquest fet implica, per part del sistema nerviós central, l'ajustament de les forces internes i externes a través d'un patró muscular que permeti executar la trajectòria desitjada a la vegada que s'absorbeixen i resisteixen les càrregues exteriors. Per tant, caldrà seleccionar l'estratègia més adequada per produir el patró motor desitjat que garanteixi l'estabilitat de la columna inclús de forma anticipada, acció de la que s'encarrega el TrA (1).

Quan tots aquests subsistemes actuen de forma conjunta s'aconsegueix una adequada distribució de les forces, un control òptim i eficient dels moviments i l'absorció adient dels impactes contra el terra evitant la compressió excessiva sobre les articulacions de la cadena cinètica (1,46).

Es finalitza tenint en compte que l'estabilitat és necessària per a la columna lumbar i s'aconsegueix amb la co-activació dels músculs paravertebrals i abdominals per tal d'oferir rigidesa i estabilitat en aquesta estructura durant les AVD i les demandes esportives (47).

### **1.9.1. Exercicis d'estabilització lumbar**

L'estabilitat del nucli està determinada per la co-activació, és a dir, la contracció dels músculs antagonistes quan els agonistes estan activats. Un clar exemple és la co-contracció dels MF i del TrA, la qual està molt relacionada amb el dolor lumbar produït molts cops per la inestabilitat en aquesta zona (1).

Els exercicis d'estabilització lumbar són definits com els exercicis que tenen com objectiu facilitar la co-contracció entre els músculs profunds de la columna vertebral i l'activació del TrA i els MF. La finalitat d'aquests exercicis és millorar i entrenar al pacient en la pre-activació d'aquesta musculatura per tal d'augmentar l'eficiència del moviment i disminuir patrons compensatoris. Per tant, es pretén millorar la funció i disminuir el dolor però encara manca evidència (45).

Hi ha tres recomanacions bàsiques pel treball d'estabilitat del CORE, les quals són:

- Corsé abdominal: és l'estat de rigidesa produïda per la co-contracció que amorteix la inestabilitat de la columna davant desestabilitzacions inesperades (1,48).
- Zona neutra: és el manteniment del rang de moviment interior de les articulacions on es troba una resistència mínima al moviment (1,48).
- Treball de la respiració: és molt important no treballar en apnea i que produeixi un cicle inspiració-espiració normal en totes les fases dels abdominals. La respiració controlada està relacionada amb el moviment de l'estèrnum i de la musculatura respiratòria (1,48).

Per rehabilitar lesions de la columna vertebral s'ha comprovat que és fonamental l'enfortiment i l'activació de la musculatura del CORE, donant una major importància a la musculatura profunda (41,45,49). Aquests músculs ajuden al feedforwards anticipatoris realitzats pel mecanisme de pressió intraabdominal, tenint un paper rellevant en el control postural i en l'estabilització de la columna (41).

Respecte als tipus d'exercicis d'estabilització més destacats trobem l'abdominal hollowing i l'abdominal bracing. La primera tècnica implica la contracció de la musculatura profunda del

tronc (1,45,46); mentre que la segona implica l'activació de la musculatura profunda i la superficial del tronc (oblic intern, oblic extern, recte abdominal i erectors espinals) (45).

Aquests exercicis estan dividits en diferents fases i cal anar progressant de forma lògica. Es començaran amb activacions de la musculatura profunda per anar avançant cap a tasques més complexes i funcionals que requereixin equilibri i coordinació (45).

### **1.9.2. Abdominal hollowing**

L'abdominal hollowing és una tècnica originada a les escoles australianes que s'executa contraient de forma analítica la musculatura profunda del tronc, TrA i MF, amb una mínima activació de la musculatura superficial (recte abdominal) mitjançant la maniobra de ficar l'abdomen dintre, també anomenada drawing-in (1,41,44–46). Amb aquesta maniobra el pacient notarà un augment de la pressió en la columna lumbar i es podrà observar un augment del gruix del TrA i l'oblic intern (41,45).

L'objectiu d'aquesta tècnica és tornar a establir el to muscular, augmentar el control de la preactivació del TrA i MF, reentrenar els patrons alterats de la musculatura profunda de l'abdomen, millorar l'estabilitat i reduir el dolor i la discapacitat (41,44,50).

En aquest sentit, és important tenir en compte que la musculatura lumbar està formada principalment per fibres de contracció lenta, o fibres de tipus I, ja que tenen una funció postural. Aquest fet implica que les contraccions que s'han de portar a terme per treballar-los eficaçment han de ser contraccions lentes, mantingudes estàticament i amb càrregues baixes amb la finalitat de reproduir les funcions i situacions reals que es donen en l'organisme (44,50,51).

Pel treball del TrA és important, també, realitzar una contracció de la musculatura del sol pelvià, ja que són músculs sinèrgics. Durant la maniobra del drawing-in es realitzen aquestes contraccions per evitar una debilitació de la musculatura perineal a causa de l'augment de la pressió intraabdominal (1,45,50,52).

### 1.9.3. Càrrega dels exercicis

Hi ha diversitat d'opinions respecte a quines són les repeticions, sèries, segons de contracció, descansos i altres paràmetres òptims i essencials per programar les sessions. És cert que s'han establert certs protocols per millorar l'activació de la musculatura profunda en persones adultes amb dolor lumbar inespecífic (1,10,45,46,48,51,53–55) però no hi ha cap pauta sobre quins són els millors paràmetres a emprar en gimnastes amb espondilòlisi lumbar.

Les contraccions del TrA es faran simultàniament amb les del sol pelvià a causa de la seva naturalesa de fibres de contracció lenta. Aquest és el motiu que explica el perquè seran contraccions de baixa velocitat i es buscarà treballar la força-resistència (44,45,50,56).

Les contraccions poden ser dinàmiques o isomètriques (1,51,53). Les primeres poden produir un augment de les forces de compressió i cisallament sobre les vèrtebres; mentre que les segones, poden implicar una disminució de la motivació dels pacients (51,53).

El temps de durada d'aquestes contraccions també és un tema discutit, se centrarà l'atenció principalment en tres autors. McGill (53) i O' Sullivan et al. (44) recomanen mantenir les contraccions isomètriques al voltant de 10 segons (44,50), puntualitzant que no és recomanable progressar augmentant el temps de contracció, perquè pot ser perjudicial si es realitza en apnea. En canvi, anys més tard Borde et al. (54) realitzen una revisió sistemàtica sobre els paràmetres de l'entrenament de resistència en adults, determinant que el temps de manteniment de la contracció hauria de ser de 6 segons, amb descansos de 4 segons entre repeticions.

Les recomanacions respecte a les repeticions són de 15 a 30 repeticions quan l'objectiu és la millora de la resistència muscular i si l'objectiu és millorar tant la força com la resistència de forma conjunta es recomanen de 8 a 12 repeticions amb un descans de 20-40 segons entre repeticions (1). Per altra banda, altres autors defensen que és millor disminuir el nombre i executar únicament de 7 a 9 repeticions per exercici, amb un descans de 4 segons entre elles (45,54).

Es recomanen entre 2 i 3 sèries per tal d'evitar la fatiga i optimitzar la capacitat dels pacients. Es disposarà de 60 segons de descans entre sèries (45,54).

L'American College of Sports Medicine (55) recomana per a millorar la força i la resistència muscular d'1 a 2 sessions a la setmana. Per subjectes no entrenats entre 2 i 3 sessions setmanals (1,10). En canvi Borde et al (54) recomanen 2 sessions setmanals.

Seguint amb les recomanacions donades de Borde et al (54) i fent referència a la intensitat s'emprarà com a valor de referència per controlar-la i ajustar-la la RM de cada pacient. Es mesura la contracció abdominal màxima que pot realitzar el pacient amb la PBU (valors en mmHg). Posteriorment es calcularà el 70-79% de la seva 1 RM. Amb aquesta dada de resistència inicial es realitzaran contraccions de 6 segons i es valorarà el nombre de repeticions i sèries que el pacient és capaç de fer, sense superar les 9 repeticions ni les 3 sèries. Així i tot, Richardson et al. (50,57) que són pioners en aquest tipus de treball, asseguren que únicament amb un 25% de la RM és suficient per aconseguir la rigidesa i estabilitat muscular desitjada. Per tant, aquestes són les pautes inicial d'entrenament a partir de les quals s'anirà progressant al llarg de les sessions (45,54).

Sumat a tot això, els exercicis progressaran respecte a la posició del cos començant en posició de decúbit i seguint amb altres exercicis en: quadrupèdia, sedestació, bipedestació, planxes, pont lumbar, superfícies inestables.... S'intentarà progressar dels exercicis més estàtics cap a exercicis més globals i funcionals fins a aconseguir l'estabilitat lumbo-pèlvica òptima (1,45).

#### **1.9.4. Criteris de progressió en el tractament**

Un cop conegudes les diferents opinions, propostes i protocols de diferents investigadors (44,47,50,54,57) s'ha conclòs que per progressar de forma adequada és necessari tenir en compte diversos paràmetres i seguir un ordre lògic que estigui justificat. Per aquest motiu, per a portar a terme un treball submàxim de la musculatura profunda del tronc s'emprarien els criteris de progressió i el seu ordre especificats i explicats en els diversos treballs portats a terme per Richardson et al. (50,57) i que s'han aplicat a la investigació de O'Sullivan et al. (44) en pacients amb dolor lumbar diagnosticats d'espondilòlisi. Per altre banda, s'empraran



els paràmetres emprats per Borde et al. (54) extrets d'una revisió sistemàtica més actualitzada:

1. Augmentar el temps de manteniment de les contraccions isomètriques, fins a 9 segons de contracció.
2. Augmentar el nombre de repeticions, fins a aconseguir com a màxim 9 repeticions de 9 segons de contracció isomètrica, amb 4 segons de descans entre contraccions.
3. Aconseguir realitzar 3 sèries de cada un dels exercicis amb 60 segons de descans entre elles.
4. La duració del programa es trobarà entre les 6 i les 9 setmanes ja que va demostrar que per augmentar la força era únicament lleugerament menys efectiva que les que duraven 50-53 setmanes.
5. Mínim pes i alteració corporal per tal d'avançar cap a càrregues externes produïdes per moviments més funcionals. Es progressarà incloent una co-contracció isomètrica de la musculatura profunda i a la vegada mantenint una contracció tònica de baix nivell a causa del moviment (contraccions dinàmiques) de les extremitats (50).
6. Pel que respecte a la posició i a causa de l'orientació i la mecànica de les fibres musculars del TrA i dels MF les accions dels músculs són independents a la postura que s'adopti, per aquest motiu es pot emprar qualsevol postura per treballar la musculatura profunda (57). Tot i això, es començarà en una postura neutra i es progressarà cap a altres posicions estàtiques més properes a les activitats funcionals.

S'iniciarà el treball en posicions de decúbit i quadrupèdia, ja que són posicions antigrauitatòries. Aquest fet permet una major relaxació de la musculatura abdominal superficial i més global, músculs que no interessa que es contreguin a causa del pes de la gravetat. Seguidament es continuarà el treball en posicions verticals i més similars a la vida quotidiana: la sedestació i bipedestació (57).

7. Mantenir la co-contracció de la musculatura profunda en els moviments dinàmics funcionals de la vida diària, especialment en situacions i postures on prèviament al tractament experimentaven i sentien dolor i/o inestabilitat. Posteriorment, aquestes contraccions es transferiran a activitats aeròbiques com passejar, córrer, nedar...

En aquestes situacions específiques, a més a més d'augmentar l'estabilitat, també es pretén canviar la programació dels esquemes motors per intentar que les contraccions de la musculatura profunda es produeixin automàticament sense la necessitat de fer-ho conscientment. Per tant, si s'aconsegueix reentrenar aquests patrons motor es donarà una disminució dels símptomes i de la disfunció en postures estàtiques, moviments funcionals de les AVD i activitats aeròbiques (44).

Per tant, es va observar que si els pacients amb dolor lumbar seguien aquesta progressió, al final dels tractaments, únicament amb el manteniment de la co-activació de la musculatura durant les AVD era suficient per disminuir el dolor i la disfunció. Aquestes afirmacions permeten arribar a la conclusió que les millores estan associades al canvi conscient i inconscient del patró d'activació dels músculs abdominals profunds (44).

## **2. Justificació**

Actualment sembla que s'hagi canviat l'enfocament del tractament de l'espondilòlisi, passant de ser un tractament totalment passiu on el pacient portava una ortesi i havia de fer repòs, restringint la seva activitat esportiva durant setmanes o inclús mesos (7,27), a ser un tractament on es combina la utilització o no de l'ortesi amb la rehabilitació que inclou teràpia activa (5,15).

Fins avui dia s'han portat a terme intervencions on el corsé era fonamental pel tractament tot i que hi ha bibliografia que posa en dubte la seva eficàcia i si els beneficis que aporten són superiors als efectes secundaris adversos que provoquen i que es volen evitar com: atrofies, espasmes musculars....(7,8,32,37). A més a més, l'objectiu fonamental d'emprar les ortesis és restringir el moviment per afavorir la consolidació òssia però són molts els autors que donen suport a la idea de començar la rehabilitació i la teràpia activa sense que s'hagi acabat de

consolidar la fractura (7,8,32,37) el que suposaria que la utilitat del corsé ja no seria la inicial sinó altres com: corregir postura, alleujar el dolor...(27).

Per altra banda, hi ha la necessitat de determinar un protocol, on el centre d'atenció sigui el treball actiu, perquè molts d'articles (41,45,49) indiquen quin tipus de treball s'hauria de realitzar: força, flexibilitat i propiocepció; però pocs d'ells especifica els tipus d'exercicis i la progressió que cal seguir (44,50,54). Aquest és un dels motius pel que en el futur treball s'emprarà l'abdominal hollowing, una forma de treballar la musculatura profunda pre-activant el TrA i els MF, ja que són els primers músculs que es contreuen en qualsevol moviment de les AVD. La correcta coordinació de les contraccions i l'estabilitat que ofereixen a la columna vertebral són motius pels quals és important treballar-los, ja que la seva atrofia o els seus desequilibris poden causar lesions, disfuncions i dolor lumbar, que poden afectar a la seva qualitat de vida (1,43–45,58). Per tant, com indica O'Sullivan et al. (44) si les estructures passives de la columna lumbar han estat compromeses durant l'espondilòlisi, el sistema neuromuscular té un paper d'elevada importància per tal de proporcionar l'estabilitat dinàmica en el segment (43).

S'ha comprovat que l'abdominal hollowing és efectiu en certs grups de població amb dolor lumbar inespecífic (1,45). Està demostrat que el treball del CORE és beneficiós per tota mena de població i encara més en els esportistes. Aquest tipus de treball durant la pretemporada pot proporcionar a l'esportista estabilitat i força abdominal necessària per al desenvolupament de la tècnica específica del seu esport (1), però no s'ha comprovat la seva efectivitat en la rehabilitació de gimnastes amb espondilòlisi a nivell de L5.

Actualment hi ha una manca d'evidència sobre el tractament d'aquestes fractures i és encara més evident en el grup de població escollit: gimnastes de rítmica en etapa de creixement i nivell d'iniciació. El treball pretén omplir aquest buit que es pot trobar a la literatura científica sobre el tipus de tractament, el protocol a seguir, els criteris per progressar, la durada i el temps per tornar a l'activitat esportiva en un grup de població que és d'elevada importància que sigui el menor possible. La població escollida són les gimnastes d'iniciació, un dels grups més prevalent amb espondilòlisi lumbar que pot provocar una parada excessiva dels entrenaments, podent suposar el final de la seva carrera esportiva.

Per tant, el protocol d'assaig clínic proposat en aquest estudi es basarà a emprar l'abdominal hollowing al llarg de 6 setmanes en les primeres fases del tractament d'espondilòlisi lumbar en gimnastes de rítmica d'iniciació en etapa de creixement per disminuir els símptomes i oferir estabilitat a n'aquesta estructura per poder progressar cap a exercicis més funcionals permetent un RT més ràpid.

### **3. Objectius i hipòtesi**

#### **3.1. Hipòtesi:**

La hipòtesi d'investigació és que l'abdominal hollowing millora el control i la pre-activació del TrA, la qual està associada amb una millora de la intensitat del dolor, de la disfunció lumbar, de la qualitat de vida i a una disminució del temps de RTP, en comparació amb el tractament convencional.

#### **3.2.Objectiu general:**

- Avaluar l'efectivitat de l'abdomnal hollowing en relació amb el control de l'activació del TrA en gimnastes de rítmica entre 8 i 18 anys amb espondilòlisi lumbar en comparació amb el tractament convencional.

#### **3.3. Objectius específics:**

Determinar l'efectivitat de l'abdominal hollowing en gimnastes de rítmica lesionades d'espondilòlisi lumbar en comparació al tractament convencional, sobre les següents variables:

- Intensitat del dolor en repòs i durant l'extensió de la columna vertebral.
- Disfunció lumbar.
- Qualitat de vida.
- Temps de RTP.

## **4. Mètodes**

### **4.1. Disseny**

L'estudi que es portarà a terme serà un assaig clínic, per tant de tipus experimental, aleatoritzat i de simple sec. Aquest tipus d'estudi, l'assaig clínic aleatoritzat, es defineix com un experiment controlat en humans on l'objectiu és avaluar la seguretat i l'eficàcia de determinats tractaments sobre malalties o problemes de salut. En aquests estudis es compara almenys 2 tipus de tractaments, on un dels quals es denomina control. L'investigador assigna la mostra de forma aleatòria (59,60).

A més a més, aquests estudis, si se centra l'atenció en la temporalitat, es poden incloure dintre dels estudis prospectius, mentre que si se centra l'atenció en el nombre d'observacions successives que es porten a terme durant el període d'estudi es cataloguen com longitudinals (59,60).

Per elaborar correctament aquest assaig clínic s'ha emprat la Declaració Consort, més concretament l'actualització del 2018 (60,61), per tal de comprovar si s'inclouïa tota la informació necessària que ha de constar en l'assaig clínic aleatoritzat, tenint en compte que en el treball de final de grau no es porta a terme l'estudi, fet el que suposarà l'omissió de certs apartats com els resultats i les discussions. Aquests documents, els originals i les actualitzacions, consten de les normes que han estat pactades per la presentació de qualsevol assaig clínic. Està format per una llista d'elements verificats i adaptats que s'han d'incloure en els assajos clínics (60,61).

L'estudi estarà format per dos grups de tractament, els quals seguiran el tractament convencional que ofereix el servei públic: l'utilització d'una ortesis LSO rígida per aconseguir la fixació de la fractura i la posterior rehabilitació. Un dels grups, el control, portarà a terme únicament aquest tractament mentre que el grup experimental complementarà aquest tractament convencional amb un protocol de 6 setmanes de durada centrat en el control de l'activació del TrA mitjançant l'abdominal hollowing.

Es tractarà d'un assaig clínic de simple cec perquè únicament estaran cegats els examinadors, els quals seran els encarregats de fer la valoració inicial i final dels pacients sense saber quin dels dos tractaments rebran. Les pacients no podran estar cegades perquè sabran quin tractament estaran seguint. El mateix succeirà amb els fisioterapeutes, els quals tampoc ho estaran, ja que serà fonamental que coneguin les tècniques del tractament que s'aplicarà perquè seran els encarregats de realitzar la teràpia i el treball amb les pacients.

#### **4.2. Participants**

En aquest apartat es parlà sobre el criteri de selecció de les participants i la seva procedència, és a dir, dels centres i institucions on varen acudir per ser diagnosticades i on es van registrar les seves dades (59–61).

La població diana de l'estudi serà reclutada a través de dues vies. La primera via de reclutament serà la Federació de Gimnàstica Rítmica Catalana, o més concretament, a través de la mutualitat a la qual està vinculada, l'assegurança Allianz. Les gimnastes que competeixen, sigui al nivell que sigui, és obligatori que paguin i disposin d'una llicència de competició dintre de la qual està inclosa l'assegurança mèdica. Depenent del nivell de competició l'assegurança cobreix certes lesions i serveis però la gran majoria cobreixen els accidents esportius, entesos com tota lesió corporal soferta durant la vigència de la pòlissa, (un any natural) que derivi d'una causa violenta, externa i aliena a la voluntat de la persona assegurada provocada pel fet o ocasió de la pràctica esportiva. La gimnasta federada haurà de seguir el protocol marcat per aquesta assegurança i s'haurà de dirigir al centre indicat on serà necessari que s'identifiqui com a membre de la Federació Catalana de Gimnàstica Rítmica mitjançant la seva llicència i el DNI (62).

Per tant, la primera via serà la Federació la qual es ficarà en contacte amb l'assegurança amb la finalitat d'arribar a un acord per derivar a la investigació a totes les pacients que compleixin els criteris d'inclusió que s'exposaran en el següent apartat, però que a grans trets són:

- Diagnosticades d'espondilòlisi lumbar.
- Tinguin entre 8 i 18 anys.

- Siguin gimnastes de rítmica no professional (iniciació).
- Competeixin en l'àmbit nacional, autonòmic o provincial (federades).

Molts cops, aquests tipus de lesions que es donen per repetició i no pas per una contusió o altres factors extrínsecs observables, l'assegurança no ho cobreix, ja que justifiquen que possiblement no s'hagin provocat per una causa exclusivament esportiva. També hi ha la possibilitat que els familiars de les gimnastes desconeguin aquest servei del qual disposen amb la llicència per manca d'informació i emprin altres serveis perquè valorin, diagnostiquin i tractin a les seves filles. Per aquest motiu, la segona via que s'emprarà serà el servei de rehabilitació hospitalària de Lleida el qual inclou Centres d'Atenció Primària (CAP) de la ciutat i els hospitals Arnau de Vilanova i Santa Maria.

El reclutament de la població es portarà a terme al llarg d'un any iniciant-se el Setembre del 2020, que serà l'inici de la temporada d'hivern de les gimnastes, i acabarà el Setembre del 2021. Per tant, és important tenir en compte que a mesura que arribin les pacients s'anirà portant a terme la intervenció de cada una d'elles, ja que s'ha d'aplicar en la fase aguda de l'espondilòlisi.

#### **4.2.1. Mostreig de la població**

El mostreig de la població ha estat determinat en funció del tipus de lesió, de la població i del que es considera més òptim per l'estudi.

El mostreig serà un disseny no probabilístic, el que es tradueix en el fet que s'emprarà una metodologia on no intervé l'atzar. Si es concreta més, serà de tipus consecutiu on es reclutaran tots els individus de la població accessible que compleixin amb els criteris de selecció durant el període de reclutament fixat per l'estudi(59).

El temps de reclutament de la mostra s'iniciarà el Setembre del 2020 i acabarà el Setembre del 2021. El temps de reclutament és d'un any perquè els subjectes que es volen reclutar per a la mostra provenen d'un grup de població petit i molt específic. A més a més, aquest llarg període d'un any permetrà tindre en compte les fluctuacions estacionals que es poden donar eliminant possibles biaixos que podrien aparèixer si els períodes fossin més curts (59).

#### 4.2.2. Mostra

Per a determinar la mostra abans s'ha tingut en compte certa informació útil, la incidència i el nombre de llicències federatives de gimnàstica rítmica. Es coneix que la incidència d'espondilòlisi en gimnastes de rítmica d'iniciació o base és de l'11% (8,15,16). Per saber el nombre de llicències s'ha consultat al Consell Superior d'Esports. El nombre de llicències de gimnastes a Catalunya l'any 2018, ja que no es disposava d'informació més actualitzada, era de 8.984 llicències de gimnàstica no diferenciant modalitats: rítmica, artística, aeròbica o trampolí (63).

Així i tot, consultant a la Presidenta de la Federació Catalana s'ha pogut conèixer la dada del nombre de llicències. Actualment, en la temporada del 2019-2020, la xifra de llicències de gimnastes de rítmica federades de la província de Lleida que competeixen en l'àmbit autonòmic, provincial i nacional és d'un total de 678.

Pel càlcul de la mida mostral, és a dir, del nombre necessari de participants per aconseguir que la mostra sigui representativa, s'emprarà la següent fórmula de poblacions finites:

$$n = \frac{N \times Z_a^2 \times p \times q}{d^2 \times (N - 1) + Z_a^2 \times p \times q}$$

*Figura 2: Fórmula d'estimació de proporcions*

D'aquesta forma es coneixerà que:

n = nombre de subjectes de la mostra de l'estudi.

N = nombre total de la població accessible, en el cas d'aquesta investigació serà 678.

$Z_a^2$  = nivell de confiança, serà 1,96, ja que l'interval de confiança és del 95%.

p = proporció esperada, serà del 5%.

q = 1-p, serà de 0,95.

d = marge d'error, s'assumirà un error del 5%.

$$n = \frac{678 \times 1,96^2 \times 0,05 \times 0,95}{0,05^2 \times (678 - 1) + 1,96 \times 0,05 \times 0,95} = 66$$



Un cop fet aquest càlcul serà necessari ajustar la xifra tenint en compte les possibles pèrdues que es donaran durant el transcurs de l'estudi. Aquest és el motiu pel qual se sumarà el percentatge estimat de pèrdues, en aquest cas serà el 15%, a la mostra obtinguda.

El 15% de la mostra dona un resultat de 10, aquest fet implicarà que se sumin 10 subjectes als 66 obtinguts prèviament. Per tant, participaran 76 subjectes, els quals seran dividits en dos grups equitatius, 38 al grup control i 38 al grup experimental.

#### **4.2.3. Criteris d'inclusió**

- Sexe femení
- Edat entre els 8 i els 18 anys
- Ser gimnasta de rítmica d'iniciació federades (no cobrar per entrenar ni per competir).
- Entrenar en un club de la província de Lleida
- Estar diagnosticada per un metge d'espondilòlisi en L4 o L5 des de fa menys de 4 setmanes (fase aguda)
- Que parlin i entenguin el castellà o català
- El pare, mare o tutor legal acceptin i firmin en consentiment informat

#### **4.2.4. Criteris d'exclusió**

- Pacients amb presència d'alguna de les següents red flags (impossibilitat de realitzar el tractament: "hands off") (17):
  - Dolor d'origen no mecànic
  - Dolor toràcic
  - Pèrdua de pes
  - Sensació de malestar
  - Història prèvia de carcinomes, ús d'esteroides o infecció per VIH
  - Síntomes neurològics generalitzats
- Intervenció quirúrgica en la columna vertebral prèvia
- Pacients que segueixin algun altre tipus de tractament físic alternatiu per la lesió en qüestió

#### **4.2.5. Aleatorització**

L'aleatorització garanteix que la possible inferència causal observada al final dels estudis no es doni a causa d'altres factors. Aquest terme fa referència a l'assignació a través de l'atzar de les unitats d'investigació a un dels dos o més tractaments, amb l'objectiu de comparar-los respecte a les variables que interessin. Per tant, es podria dir que el procés d'aleatorització té com a finalitat prevenir les diferències entre els grups que no siguin derivades dels tractaments que s'estiguin comparant (59).

Per crear els grups és necessari adjudicar de manera aleatòria a cada pacient en un dels dos grups, tenint les mateixes possibilitats de rebre qualsevol dels dos tractaments. En el cas d'aquest assaig clínic s'emprarà el software IBM Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) establint una probabilitat de  $p = 50\%$  pels dos grups, el que implicarà que qualsevol dels pacients tindran la mateixa probabilitat d'entrar a un grup o a un altre.

Aquest procés es portarà a terme per un estadístic que es farà càrrec de l'aleatorització, la qual serà coneguda per l'investigador principal i pels fisioterapeutes encarregats de realitzar els tractaments. Per altra banda, els avaluadors no sabran en cap moment quin tractament rebran o hauran rebut els pacients.

Posteriorment, un cop realitzada l'aleatorització, s'informarà a la pacient i als familiars sobre el grup del qual formarà part, donant a la vegada dades importants com la data d'inici, en què consistirà el tractament, la localització, el fisioterapeuta que la tractarà...

#### **4.3. Variables de l'estudi**

##### Variables independents:

Les variables independents seran els tractaments que rebran:

- Tractament experimental: ortesi LSO rígida (4 setmanes) i preactivació del TrA (abdominal hollowing) (durant 6 setmanes).
- Tractament convencional: ortesi LSO rígida (12 setmanes) i rehabilitació sistema sanitari (a les 10 setmanes).

#### Variables dependents:

- Intensitat del dolor en repòs i en l'execució del Stork Test
- Capacitat d'activació del TrA
- Disfunció lumbar
- Qualitat de vida
- RTP

#### **4.3.1. Intensitat del dolor**

El dolor es mesurarà amb l'Escala Visual Analògica (EVA). És un dels mètodes més emprats per mesurar el dolor (64–68). L'EVA té una alta fiabilitat respecte al test i retest i que, a més a més, augmenta si s'empra juntament amb altres escales d'incapacitat física o de qualitat de vida (69).

Es tracta d'una mesura unidimensional de la intensitat del dolor que s'ha emprat per mesurar aquesta variable en diferents tipus de poblacions (64). Es tracta d'una línia de 10 cm (100mm) de longitud, on a cada un dels extrems hi ha 2 descriptors verbals. En un extrem es troba el valor 0 que representa el “no dolor” i a l'altre extrem es troba el valor 10 que és el “màxim dolor suportable” (64,67). No s'acostuma a fixar nombres ni explicacions entremig de la taula per evitar possibles aglomeracions al voltant d'ella i es pregunta sobre la intensitat de dolor actual o en les últimes 24 hores (64).

Per a determinar quina és la intensitat del dolor es col·locarà un regla a sobre de la línia de 100mm. Es situarà el 0 del regla en el valor 0 (no dolor) i s'observarà a quants mil·límetres queda la marca del pacient proporcionant d'aquesta forma una gamma de puntuacions del 0 al 100. Per poder interpretar els resultats és necessari conèixer que una puntuació alta indica una intensitat del dolor elevada. Per tal de traslladar-ho a la clínica i definir el dolor en lleu moderat i intens s'ha emprat al llarg dels anys la següent classificació (64–66):

De 0 a 4 mm: sense dolor

De 5 a 44 mm: dolor lleu

De 45 a 74 mm: dolor moderat

De 75 a 100 mm: dolor intens

Per a portar-ho a terme únicament es necessita un paper, un llapis i un regla, per tant no és el més indicat fer-ho verbalment o per via telefònica. No es necessita entrenament previ, ja que únicament s'ha d'emprar un regla i saber mesurar la distància per determinar la puntuació. Es tarda aproximada un minut en realitzar aquesta mesura (64).

En el cas d'aquest assaig clínic es valorarà la intensitat del dolor al moment i també el dolor que apareix durant l'extensió de l'esquena, mentre es realitza l'Stork Test (8,10,22).

#### **4.3.2. Capacitat d'activació del TrA**

Existeixen diferents eines per mesurar l'activitat muscular del TrA com poden ser l'unitat de pressió per retroalimentació (PBU), l'electromiografia de superfície o l'ecografia (45).

Per mesurar aquesta variable independent emprarem la primera eina, la PBU, ja que és un aparell no invasiu i té un cost molt baix. És emprada tant per valorar com per tractar. Aquesta eina és un transductor de pressió format per tres càmeres plenes d'aire i que està connectat a un esfigmomanòmetre (70).

Aquesta bossa d'aire mesura 16,7 x 24 cm i està formada per un material no elàstic. L'altra part de la PBU, l'esfigmomanòmetre té un rang comprès entre 20 mmHg i 100mmHg amb intervals de 2 mmHg (56,70). Aquests valors canviaran en funció de la posició o del moviment del pacient a causa de les variacions de la pressió que s'exercirà sobre la bossa, fet que provocarà un canvi de volum que es podrà observar en el dispositiu (70).

La contracció del TrA produirà un desplaçament de la paret abdominal variant la pressió que es veurà reflectida en la PBU. És important col·locar el coixí de forma adequada en funció de la postura que adapti el pacient (50,70).

Les persones que pateixen dolor lumbar acostumen a no contreure el TrA o a fer-ho de forma poc eficient, fet que causa que no hi hagi un desplaçament suficient de la paret abdominal i que no es puguí observar una reducció significativa de la pressió en la PBU (50).

La PBU s'emprarà per educar al pacient sobre la consciència corporal i muscular, per aconseguir una correcta contracció del TrA, pel que fa a capacitat i quantitat, i per altra banda, s'utilitzarà com a feedback i com a mètode de motivació per l'entrenament de la musculatura profunda, ja que permet observar els resultats a l'instant (70).

Per tant, per valorar aquest paràmetre es portarà a terme el "test del corsé en decúbit pro". Prèviament s'haurà explicat com s'ha de realitzar aquesta contracció i es permetrà practicar-ho fins que la contracció sigui òptima. La pacient descansarà al llarg de 2 minuts per evitar que la fatiga afectés a la valoració. Seguidament, es demanarà a la pacient que es col·loqui en decúbit pro, s'inflarà la PBU fins a 70mmHg i es col·locarà la PBU a la zona de l'abdomen inferior, fent que el melic quedi al seu centre i la vora inferior alineada amb les dues espines ilíiaques anteriors i superiors (50,57).

Es demanarà a la pacient que relaxi totalment l'abdomen abans d'iniciar la prova. Un cop que es doni aquest fet es demanarà que realitzi la maniobra de "drawin in", prèviament explicada. Sense moure la columna vertebral i la pelvis s'ha d'observar una contracció dels músculs sinèrgics locals dels dos costats, provant un escurçament en el rang interior i, per tant, una contracció del TrA. En cas que la pacient presenti problemes per portar a terme aquesta maniobra es podran realitzar tècniques facilitadores com: col·locar les mans a sobre de l'abdomen perquè noti el moviment del múscul i no de la columna vertebral, contreure de forma simultània la musculatura perineal... (50,57).

Un cop assolida la contracció el pacient haurà de tornar a començar amb la respiració normal i relaxada. L'avaluador haurà de realitzar tres tasques de forma simultània (57):

- Observar el marcador de la PBU
- Observar i vigilar que no es realitzi cap moviment ni en la pelvis ni en el tronc
- Palpar la paret abdominal durant la prova

Quan la contracció sigui adequada es demanarà que realitzi i mantingui la contracció durant 10 segons. En cas de voler valorar la resistència muscular es pot executar 10 repeticions (57).

Per tal de situar i poder interpretar els resultats reflectits en la PBU s'emprarà la classificació proposada per Richardson et al (56,57), tenint en compte que els valors s'han d'obtenir d'una contracció correctament executada. Les xifres que s'obtindran faran referència a la reducció de la pressió que es podrà observar en la PBU quan es produeix la contracció:

Entre 4 mmHg i 10 mmHg: resposta normal

Entre 2 i 4 mmHg: resposta incerta

Menys de 2 mmHg: resposta anormal associada al dolor lumbar

#### **4.3.3. Discapacitat lumbar**

La discapacitat lumbar fa referència a l'impacte del dolor lumbar en les AVD del pacient. El qüestionari validat que s'emprarà per mesurar aquesta variable serà l'Oswestry Disability Index (ODI) (Annex 4) ,creat per John O'Brien l'any 1976, el qual permet determinar el percentatge d'incapacitat produït per aquest dolor (71).

És un instrument de mesura validat i fiable que s'ha traduït a 9 idiomes diferents i que juntament amb l'escala Roland-Morris és el més emprat i recomanat mundialment (71). Aquest fet implica que també s'hagi emprat en grups de població semblants al de la mostra d'aquest assaig clínic, més concretament, en infants i adolescents, des dels 8 fins als 18 anys, que presenten dolor lumbar tant inespecífic com específic causat per deformitats de la columna: espondilòlisi, espondilolistesis, escoliosis... (25,72,73).

El pacient omplirà el qüestionari per ell mateix, mentre espera o davant del personal sanitari, ja que és de fàcil lectura i enteniment. El temps aproximat per portar-lo a terme és de 5 minuts. L'escala consta de 10 preguntes amb 6 possibles respostes cada una d'elles. Cada ítem es valora del 0 al 5, de menor a major limitació, per tant, si es marca la primera opció sumarà un 0 i l'última un 5 (en cas de marcar-ne més d'una es tindrà en compte la més alta). Hi ha la possibilitat de no contestar totes les preguntes, aquest fet implicarà que s'exclueixi del càlcul final (71).

La puntuació total s'obtindrà en forma de percentatge i sorgirà de la suma de les puntuacions de cada un dels ítems dividit per la màxima puntuació possible i multiplicada per 100:

$$\text{Puntuación total}^3 = \frac{50 - (5 \times \text{número de ítem no contestados})}{\text{suma de las puntuaciones de los ítem contestados} \times 100}$$

*Figura 3: Operació matemàtica per obtenir el resultat final del ODI (71)*

Per tant, en funció del percentatge que s'obtindrà s'ha creat la següent classificació per interpretar quina limitació funcional té la pacient en funció del resultat (71):

Entre 0-20%: limitació funcional mínima

Entre 20-40%: limitació funcional moderada

Entre 40-60%: limitació funcional intensa

Entre 60-80%: discapacitat

Superior a 80%: limitació funcional màxima

Depenent del tipus de mostra, de la patologia, de l'edat i molts altres factors es poden suprimir alguns dels ítems, com per exemple el punt 8 del qüestionari, que fa referència a les activitats sexuals. Aquesta apartat s'ha omès en alguns estudis sobre adolescents amb espondilòlisi i pacients amb metàstasi múltiple (25,71). Per aquest motiu, en aquest assaig clínic s'ometrà l'ítem 8 del qüestionari.

#### **4.3.4. Qualitat de vida**

Cada cop hi ha més interès per estudiar la qualitat de vida dels pacients com a possible objectiu dels tractaments, ja que actualment no es busca únicament augmentar la supervivència amb les intervencions sinó aconseguir una supervivència de qualitat (74).

S'ha plantejat la pregunta de si és necessari avaluar la qualitat de vida en pacients pediàtrics i cada cop està sorgint més la necessitat de fer-ho tenint en compte la multidimensionalitat i subjectivitat que inclou aquest concepte: estil de vida, habitatge, satisfacció en el col·legi,

activitats apropiades per a la seva edat... (74,75). Així i tot, les que tenen més importància són: la capacitat per realitzar les AVD (mobilitat i cura personal), l'adquisició cognitiva (memòria, habilitat per concentrar-se i aprendre), les emocions, la percepció del "si mateix", les relacions interpersonals (família i amics) i amb el mitjà que els envolta (75). Per tant, aquest concepte ha passat a ser de gran importància entre la psiquiatria infantil i la pediatria, tot i les dificultats afegides que tenen aquests pacients que es troben en continua evolució i desenvolupament (74).

La qualitat de vida s'obté a partir de l'anàlisi de les respostes dels individus a certs qüestionaris estandarditzats i validats que tenen en compte diverses dimensions. Aquests es constitueixen a partir de preguntes o ítems que estan categoritzats en escales. És d'elevada importància que aquestes eines compleixin amb un conjunt de propietats que confirmen la validesa (mesurar allò que es vol mesurar) i fiabilitat (relacionada amb l'error aleatori) del mateix (75).

El qüestionari que es volia emprar primerament era el Children Health Questionnaire (CHQ) però l'encarregat de respondre les preguntes era el pare, la mare o el tutor/a legal. El fet que únicament sigui omplert per aquests individus implica que es puguin donar diversos biaixos perquè les respostes entre pares i nens acostumen a ser diferents en funció de l'estat de salut. Normalment, els pares de nens sans sobreestimen la qualitat de vida mentre que els dels nens malalts i/o lesionats subestimen la qualitat de vida en comparació amb la resposta dels nens. És a dir, l'estat de salut mental dels pares o tutors legals i les expectatives que es creen comparant als seus fills amb altres nens coneguts del seu voltant interfereixen a l'hora de contestar el qüestionari (75).

Finalment, el qüestionari que s'emprarà serà el Vecú et Sante Perçue de l'Adolescent (VSP-A) (75,76). És un instrument genèric per valorar la qualitat de vida en adolescents i va ser creat a Marsella, França. Inicialment va ser emprat per aquells que tenien entre 10 i 17 anys però actualment s'ha augmentant el rang d'edat. Aquest instrument ha estat adaptat i validat al castellà a causa de la manca d'aquestes eines per adolescents espanyols. L'adaptació d'un qüestionari a una altra cultura requereix portar a terme un procés sistemàtic dirigit a l'obtenció d'una equivalència semàntica i conceptual respecte a l'original. Per tant, s'ha de



seguir certa metodologia per poder traduir-lo i adaptar-lo a les mesures de salut. Aquestes metodologies reben el nom de traducció directa i inversa o de traducció-retrotraducció (76).

És un qüestionari fiable perquè s'ha analitzat la consistència interna i estabilitat del test i retest i ha donat resultats acceptables. És vàlid perquè s'ha valorat la validesa de constructe i de criteri, a més a més, de l'anàlisi factorial obtenint resultats favorables (75).

La versió espanyola que s'emprarà (Annex 5) conté 39 preguntes distribuïdes en 11 dimensions que són: energia, benestar psicològic, relacions amb amics/amigues, activitats d'oci, relacions amb pares, benestar físic, relacions amb professors/es, activitats escolars, autoestima, relacions amb el personal sanitari i satisfacció amb la vida sentimental. Les preguntes es puntuen amb una escala de Likert del'1 al 5. A partir de la puntuació mitjana de les preguntes es genera la puntuació de cada dimensió permetent obtenir una puntuació global única de 0 (que implica la pitjor qualitat de vida) a 100 (major qualitat de vida) mitjançant transformacions lineals de les 11 dimensions. El temps aproximat que es tardarà serà de menys de 15 minuts (76).

#### **4.3.5. RTP**

La tornada a l'activitat física, coneguda també com a RTP, ha de ser individualitzada en funció de l'esportista, del diagnòstic específic, de la resposta al tractament i del tipus d'activitat esportiva (30,35,36). Així i tot, és difícil determinar al 100% quan un esportista està llest per tornar a entrenar i competir perquè no existeixen uns criteris unificats de reincorporació esportiva (35,36).

Hi ha controvèrsia respecte al temps òptim de recuperació però la gran majoria d'autors asseguren que el temps de RTP es troba al voltant dels 5 i 6 mesos (7,30,39,40). Per tant, seguint amb aquestes referències diferenciarem que el temps i el RTP és:

< 5 mesos: RTP primerenc

5-6 mesos: RTP esperat

> 6 mesos: RTP tardà

Gairebé, la gran majoria d'autors que tracten aquest tema estan d'acord en el fet que és essencial que l'esportista torni a la pràctica esportiva sense símptomes, donant especial èmfasi al dolor, al dolor en repòs, en les hiperextensions i durant la pràctica esportiva (7,10,28,30,35,38,40,77). Un altre criteri molt emprat és que l'esportista torni a l'activitat física amb les mateixes condicions que ho va deixar abans de lesionar-se (capacitat aeròbica, ROM articular, força...), suposant que durant el tractament hi hagi un entrenament específic de l'esport que estigui adreçat a disminuir les deficiències tècniques i millorar-les per tal d'evitar recidives. És a dir, que pugui realitzar el gest tècnic sense la presència de dolor i amb la mateixa qualitat tècnica que abans de patir la lesió (35,36,77).

La consolidació òssia és un dels criteris més discutits sobre si és necessari o no pel RTP. Hi ha autors que donen gran importància a la consolidació total de la fractura, inclús indicant quin tipus de prova diagnòstica s'ha d'emprar, l'SPECT (7,10,36). Per altra banda, altres autors asseguren que no és necessària aquesta consolidació total, sinó que la gran importància recau en la no presència dels símptomes inicials, principalment el dolor (5,22,27–30).

Per tant, tenir presents aquests criteris o no anirà en funció del metge, el qual pot prendre la decisió de forma multidisciplinària, o no, perquè sigui més sòlida. Aquesta figura sanitària serà l'encarregada de donar l'alta mèdica i l'esportiva (35,36).

En el cas d'aquesta investigació el RTP és molt important, ja que el que es pretén és reduir-lo al màxim. Per aquest motiu, prèviament a l'inici del tractament s'haurà pactat amb el traumatòleg els criteris que hauran de complir els esportistes per aconseguir que tornin a ser adreçats a n'aquest metge amb l'objectiu de què siguin valorats i se'ls hi doni l'alta mèdica permetent que tornin als entrenaments.

Aquests criteris els tindran en compte de forma idèntica els fisioterapeutes dels dos grups a partir de la setmana 12. Quan aquests observin que compleixen els criteris per l'alta esportiva seran adreçats als examinadors de la investigació, els quals actuaran de "filtre". Cal recordar que aquests professionals, els examinadors, estaran cegats; aquest és el motiu pel qual ells comprovaran si es compleixen o no els criteris estipulats anteriorment pel traumatòleg, ja que no estaran influenciats perquè no coneixen si la pacient forma part del grup control o de

l'experimental. En cas que compleixin els criteris seran derivades al traumatòleg perquè siguin valorades i donades d'alta.

Si el traumatòleg creu adient donar l'alta esportiva informarà a l'investigador principal del dia exacte que s'ha produït aquest fet, anotant-ho al full de registre de resultat final omplert prèviament per l'examinador. En cas que la resposta sigui negativa, es continuarà amb el tractament fins passades dues setmanes que es tornarà a valorar si compleix els criteris.

Per tant, els criteris que hauran de complir i que s'hauran establert aniran en relació amb la desaparició dels símptomes i seran els següents:

1. EVA en repòs: de 0 a 4 mm (sense dolor)
2. EVA Stork Test: de 0 a 4 mm (sense dolor)
3. EVA gests tècnics gimnàstica rítmica (pont i cistella): de 0 a 4 mm (sense dolor)
4. Test PBU: entre 4 mmHg i 10 mmHg (resposta normal)
5. ODI: entre 0-20% (limitació funcional mínima)
6. VSP-A: entre 80-100%

Els fisioterapeutes no realitzaran l'ODI ni el VSP-A en cada sessió, ja que implicaria molt de temps i desmotivació del pacient. Per tant, principalment se centraran amb els 4 primers criteris mentre que dels dos restants es faran una idea aproximada realitzant algunes preguntes de forma espontània durant el tractament com podrien ser: "Com et trobes?", "El dolor t'impedeix fer alguna activitat que abans podies fer?". Per altra banda, quan aquests siguin valorats pels examinadors si que realitzaran els dos qüestionaris, l'ODI i VSP-A.

Ja per finalitzar amb el RTP indicar que al cap de 12 mesos s'enviarà un correu electrònic o es farà una trucada al pare, mare o tutor legal de la pacient per conèixer si s'ha produït alguna recidiva, alguna lesió associada, l'aparició de símptomes i/o si s'ha mantingut, disminuït o augmentat el rendiment esportiu.

#### **4.4. Maneig de la informació i recollida de dades**

Els centres associats i coordinats amb la investigació aniran enviant els subjectes. En la primera visita els pacients es reuniran amb l'investigador principal, que també serà fisioterapeuta, en una sala neutra, més concretament, en la Universitat de Fisioteràpia i Infermeria de Lleida. L'investigador principal serà qui donarà el Full d'Informació pels Participants d'un Projecte d'Investigació (Annex 6) i recollirà el Consentiment Informat del pare, mare o tutor legal (Annex 7). Es comprovarà que compleixin els criteris de selecció i no compleixin cap dels d'exclusió.

Un cop firmat el document es recolliran les dades sociodemogràfiques (Annex 8) , i tota la informació necessària, la qual no s'entregarà als pacients fins finalitzar la intervenció.

Posteriorment es realitzarà l'aleatorització per part de l'estadístic i s'indicarà a la pacient a quin grup ha estat assignada, juntament amb tota la informació d'interès relacionada: el tractament que s'aplicarà, el fisioterapeuta assignat, la localització on es portarà a terme, data d'inici, data de finalització...

Seguidament es realitzarà la valoració inicial per part dels dos examinadors. Aquests seran dos professionals externs a la investigació que seran els encarregats de portar a terme l'avaluació inicial el mateix dia de la primera visita. Aquestes dues persones tindran coneixements i experiència amb les proves i els qüestionaris emprats, ja que prèviament hauran estat entrenats amb aquestes eines. S'encarregaran de realitzar l'explicació pertinent i del fet que els pacients entenguin com s'han de portar a terme.

Les variables que mesuraran seran: intensitat del dolor (en repòs i durant l'Stork Test), activació de la musculatura TrA, disfunció lumbar, qualitat de vida i RTP. Per tenir aquestes dades organitzades s'emprarà una plantilla estàndard (Annex 9) on s'anotaran les dades i puntuacions de cada un dels pacients i s'adjuntaran els documents originals. El nom dels documents seran les inicials i el nombre d'identificació assignat de forma aleatòria de cada una de les pacients. Aquest "codi", i no altres dades que poden relacionar-se amb la identificació de la pacient, s'emprarà perquè els examinadors no puguin conèixer els noms de

les pacients i tampoc el grup que han estat assignades i de forma simultània permetrà a l'investigador principal poder identificar a les pacients. Aquests dos examinadors seran els responsables de realitzar, també, l'avaluació mitja (a les 10 setmanes), on s'emprarà el mateix full que en l'avaluació inicial, i la final (en complir criteris de RTP) on s'emprarà un full de registre modificat. S'utilitzaran les mateixes eines, procediments, material i aula.

Les dades obtingudes s'enviaran a l'estadístic i es guardaran per evitar possibles divulgacions que vulnerin la llei de protecció de dades del pacient. Aquesta informació serà introduïda per l'estadístic al mateix programa amb el qual s'ha fet l'aleatorització, al software IBM SPSS Statistics versió 21.0 per a Windows amb la finalitat d'analitzar les variables recollides a través de l'exploració i els qüestionaris.

Es portaran a terme els respectius tractaments en els dos grups, els quals duraran mínim 12 setmanes. A partir d'aquest temps es comprovarà en cada una de les sessions si les pacients compleixen amb els 4 primers criteris. El procediment d'aquestes proves avaluatives poden servir també com a exercicis dintre del tractament o per orientar-se sobre l'estat de la pacient. En cas que els compleixin seran adreçades als examinadors els quals portaran a terme una avaluació similar a la inicial, en la que es recolliran les dades emprant la plantilla estàndard per facilitar-ho, i comprovaran si compleixen els criteris marcats pel traumatòleg. Si és així, aquestes pacients seran derivades al traumatòleg perquè siguin valorades i se'ls hi doni l'alta. En cas que, tant l'examinador com el traumatòleg, creguin que no compleixen els criteris i que encara no estan preparades per rebre l'alta mèdica continuaran amb el tractament fins passades dues setmanes que podran tornar a ser valorades seguint el mateix procediment.

Si es dona l'alta, el traumatòleg avisarà a l'investigador principal el qual acabarà d'omplir la fulla de registre indicant el dia exacte d'aquest fet i el temps que s'ha tardat fins a aconseguir el RTP. A tot això, al cap de 12 mesos s'enviarà un correu electrònic o es realitzarà una trucada de control per conèixer si hi ha hagut recidives o altres lesions que puguin estar associades a l'espondilòlisi.

#### **4.5. Generalització i aplicabilitat**

Els resultats que s'esperen de l'estudi és que es produeixi un RT tan aviat com es pugui gràcies a una millora en la preactivació del TrA en gimnastes lesionades d'espondilòlisi lumbar. Aquest treball de control muscular evita que es produeixi una atròfia de la musculatura profunda encarregada d'oferir protecció dinàmica a les vèrtebres i a les articulacions, fet que està relacionat a la vegada amb una disminució del dolor i de la disfunció, provocant un augment de la qualitat de vida de la gimnasta.

Per tant, s'espera disminuir el temps de tractament d'aquest grup de població combinant un treball actiu i d'enfortiment de la musculatura TrA amb una ortesi LSO rígida la resta d'hores del dia. A més a més, també es pretén disminuir tots els símptomes que provoca l'espondilòlisi i permetent un RTP adient i segur que eviti possibles recidives.

En cas de donar-se aquests canvis que s'esperen, el tractament proposat és molt senzill i poc costós permetent que sigui molt útil per altres esportistes que no practiquin gimnàstica rítmica, pateixin la mateixa lesió i desitgin perdre el mínim temps possible d'entrenament i competicions. Inclús podria emprar-se en infants, adolescents i persones adultes que també pateixen dolor lumbar causat per una espondilòlisi a n'aquest nivell vertebral.

A més a més, aquesta investigació pot tenir implicacions en futures investigacions que tractin no únicament aquesta patologia sinó en totes aquelles que busquin un augment de l'estabilitat de la columna lumbar. També pot ser interessant i útil per futures investigacions on el grup diana tractat siguin gimnastes d'elit o altres esportistes, on es comenci amb el mateix tractament des de l'inici de la lesió, és a dir, en la fase més aguda possible, sense que hi hagi immobilització, i introduint ja des de l'inici treball específic de la disciplina esportiva.

El protocol, eliminant la utilització de l'ortesi, es podria emprar com un protocol de prevenció que seria possible incloure durant els entrenaments quan es realitza el treball compensatori, ja sigui a la part de preparació física o durant la tornada a la calma. Aquest treball podria servir com a prevenció de l'espondilòlisi i d'altres lesions provocades per l'instabilitat lumbar.

Per altra banda, en obtenir els resultats, siguin positius o negatius, es podrien difondre per diverses vies. La primera via de difusió que pot resultar molt interessant és la Federació Catalana de Gimnàstica Rítmica, amb la qual ja s'haurà obert prèviament un conveni per derivar a les pacients. Aquesta federació tindrà el poder de fer arribar els resultats a centres importants com el CAR de Sant Cugat on es troba la selecció catalana amb les millors gimnastes de la comunitat autònoma i de forma simultània també podrà enviar aquesta informació a la resta de clubs, que tinguin fisioterapeuta o no, per iniciar aquest treball de forma precoç com a prevenció. La federació, si ho creu pertinent, podria fer arribar la investigació i els resultats a la Federació Espanyola de Gimnàstica Rítmica, permetent una major difusió a escala nacional.

Un altre canal de difusió podria ser la publicació. Hi hauria la possibilitat de publicar-ho en forma d'article en revistes de les quals s'ha consultat informació per crear aquesta investigació i d'altres més orientades a l'esport com la revista "Apunts". Ja per finalitzar, en cas que interessés, es podria ficar en contacte amb certes empreses i centres de fisioteràpia per realitzar classes per internet, presencials o conferències explicant la investigació, el procés, el tractament i els resultats obtinguts.

#### **4.6. Anàlisi estadístic**

Aquest procés es portarà a terme per l'estadístic contractat per a la investigació amb el software SPSS, comentat en apartats anteriors.

L'anàlisi estadístic s'iniciarà amb l'estadística descriptiva per tal de conèixer les característiques de la mostra. Les variables descriptives i sociodemogràfiques que s'empraran seran les característiques dels subjectes (Annex 8) i les variables dependents mesurades en l'estudi. Aquestes últimes són variables quantitatives contínues: intensitat del dolor, control de l'activació muscular abdominal profunda, qualitat de vida, disfunció lumbar i el RTP.

Aquestes variables, per l'anàlisi univariant, es descriuran mitjançant mesures de tendència central (moda, mitja aritmètica i mediana), mesures de posició (quartil i percentil), mesures de dispersió (amplitud, rang interquartil, variància i desviació estàndard) i mesures de forma

(distribució normal, asimetria i apuntament). Es faran representacions gràfiques que adoptaran la forma d'histogrames i polígons de freqüència (78).

Per altra banda, es farà una anàlisi bivariant, ja que oferirà dades més rellevants al poder relacionar les variables. Per realitzar aquesta anàlisi bivariant i trobar les diferències entre els diferents grups s'emprarà la T-Student per comparar una variable quantitativa i una qualitativa, el Chi quadrat (taula de contingència) quan siguin dues variables qualitatives i el Coeficient de correlació lineal de Pearson (diagrama de dispersió) quan es comparin dues variables quantitatives.

Per realitzar la inferència estadística, és a dir, l'extrapolació dels resultats obtinguts en la mostra a la població per poder extreure conclusions, s'iniciarà amb la formulació del contrast de les hipòtesis. S'estimarà que l'interval de confiança és del 95%, l'error alfa serà de 0,05 (5%), mentre que s'assumirà un 15% de pèrdues (79).

#### **4.7. Intervenció**

La intervenció es portarà a terme a la Facultat d'Infermeria i Fisioteràpia de la Universitat de Lleida. Estaran al càrrec dos fisioterapeutes que han estat instruïts i avaluats de forma pràctica en el tractament que aplicaran. El fet que siguin dos fisioterapeutes té com a finalitat que hi hagi una major disponibilitat horària i d'aquesta forma facilitar l'assistència. En tractar-se de nenes i adolescents no es podrà realitzar la intervenció al matí perquè han d'assistir al col·legi i a l'institut, per tant, gairebé tindran únicament disponibilitat a les tardes.

En els dos grups se'ls hi aplicarà el tractament convencional conservador que s'aplica a gairebé tots els pacients pediàtrics que presenten una espondilòlisi lumbar, però amb diferent durada i amb modificacions. L'investigador principal s'haurà informat prèviament i s'haurà posat en contacte amb els traumatòlegs i amb el centre (es trobarà dintre de l'assegurança mèdica de la llicència esportiva) al qual derivaran a les gimnastes de la investigació per conèixer i acordar amb exactitud quins procediments se seguiran i per intentar arribar a un acord sobre diferents paràmetres que poden afectar a la investigació i que cal conèixer com: quin tipus d'ortesi, quantes hores l'hauran de portar al dia, quant durarà la intervenció, a partir de quan poden assistir a la rehabilitació, quan seran derivades les pacients per donar l'alta mèdica... És



important conèixer els procediments i tractaments que s'aplicaran, ja que no hi ha cap indicació en les Guies de Pràctica Clínica i Material Docent en l'Atenció Primària que fan referències a patologies de la columna lumbar creades per l'Institut Català de Salut (80), sobre com tractar l'espondilòlisi en pediatria.

En el grup experimental des de l'inici del tractament (després que passin 4 setmanes d'immobilització) es farà un tractament basat en l'abdominal hollowing i la tècnica del drawing-in per augmentar el control de l'activació del TrA per tal que aquest, com a estabilitzador dinàmic que és, pugui compensar la funció dels estabilitzadors estàtics que estan danyats, les vèrtebres. En canvi, l'altre grup realitzarà únicament el tractament convencional, portaran una ortesi de tipus LSO rígida que serà pautaada pel traumatòleg juntament amb l'assistència a rehabilitació on es farà un treball més global de la musculatura abdominal superficial, sense influir específicament en el treball de la musculatura profunda.

La intervenció s'iniciarà després que a la pacient se li assigni un grup. Serà l'investigador principal el que li explicarà el funcionament, a la pacient i al pare, mare o tutor/a legal, depenent del grup al qual pertany. Si forma part del grup experimental, se li explicarà que les sessions es realitzaran a la Facultat de Fisioteràpia i Infermeria de la Universitat de Lleida, qui serà el seu fisioterapeuta i s'acordaran els dies d'assistència i l'horari. Per altra banda, si forma part del grup control, se li explicarà que seguirà amb les indicacions del traumatòleg i que únicament caldrà que assisteixi a la facultat tres cops, per a l'avaluació inicial (primera visita), mitja (a les 10 setmanes) i final (prèvia a l'alta mèdica).

La intervenció finalitzarà un cop que el metge doni l'alta. Seran els fisioterapeutes que es trobin al centre de rehabilitació, prèviament formats i especialitzats, els que valoraran la possible derivació al traumatòleg un cop que compleixin amb els criteris de RTP acordats en la investigació. Quan els compleixin, seran valorades primerament pels examinadors i si estan d'acord amb el compliment del criteris seran derivades finalment al traumatòleg qui determinarà si dona l'alta mèdica o no a les pacients.

#### **4.7.1. Grup control**

Aquest grup control seguirà el tractament convencional que seguidament s'explicarà més detalladament. S'aplicarà el mateix tractament i procediment que ofereix el servei sanitari i el mateix que seguirà el grup experimental un cop finalitzi amb el treball de l'abdominal hollowing. Així i tot, és important destacar que no hi ha un protocol estandarditzat per aquestes lesions i hi ha diversitat d'opinions a causa de la manca d'evidència científica respecte al tractament i a la utilització de les ortesis.

El grup control emprarà durant 12 setmanes (8,10,28,30,33–36) una ortesi LSO rígida personalitzada i feta a mida pel traumatòleg per a cada pacient per tal que es produeixi la consolidació òssia, la reducció del dolor i d'altres símptomes associats (5,29). Aquesta ortesi l'hauran de portar mínim 23 hores al dia, traient-la únicament en les activitats d'higiene amb la finalitat d'aconseguir la unió òssia i d'eliminar el dolor en les AVD, on està inclòs el dormir (5).

Amb aquest tractament l'objectiu principal és la consolidació òssia i l'eliminació dels símptomes. S'ha comprovat que es dona entre un 80% i un 100% de la curació òssia amb el tractament conservador de les LSO en les primeres etapes de l'espondilòlisi (29), però també té altres efectes negatius com la complicació per vestir-se a causa de la rigidesa, la sensació d'estretor, la provocació de calor, humitat i malestar general (29).

A partir de les 10 setmanes s'iniciaran les sessions de fisioteràpia (8,10,28,30,33–36), realitzant-ne dues setmanalment. El centre de rehabilitació serà l'escollit i pactat pel traumatòleg, l'investigador principal, el director i fisioterapeutes del mateix centre. Serà un centre que estigui concertat amb l'assegurança sanitària que inclourà la llicència federativa que disposaran totes les gimnastes.

El tractament que es realitzarà serà més global seguint les pautes que acostuma a oferir el servei sanitari i que s'hauran explicat prèviament a l'investigador principal. Al llarg de les 10 setmanes es farà un repòs relatiu, permetent únicament realitzar exercici físic de caràcter aeròbic que no impliqui extensió lumbar per tal que no perdin la condició física aconseguida

prèviament a la lesió: caminar, bicicleta, cicloergòmetre.... A grans trets el treball que es portarà a terme en la rehabilitació serà (5,8,18,17,19,22):

- Flexibilitat i mobilitat d'espatlla i de la columna toràcica per combatre les restriccions
- Flexibilitat del psoes ilíac, isquiotibials, quàdriceps
- Força dels erectors espinals
- Força de glutis (mig i superior) i abdominal (superficial)
- Propiocepció de la columna i coordinació
- Treball de resistència i força-resistència
- Tècniques per disminuir la simptomatologia, principalment el dolor (TENS, termoteràpia...)

En les sessions de fisioteràpia sempre s'hauran de respectar els següents principis generals (5,36):

- Evitar els repetits microtraumatismes que generen la lesió (evitar fenomen desencadenant)
- Mantenir un repòs absolut o relatiu per reduir el dolor i afavorir la consolidació òssia
- Reincorporació a l'esport després de diverses setmanes o mesos de forma progressiva i si han desaparegut els símptomes
- Exercici físic en les últimes fases per ajudar a estabilitzar la columna vertebral i enfortir la musculatura

Els exercicis aniran progressant respecte a complexitat, globalitat i sobretot en especificitat, adaptant-se i apropant-se cada cop més als gests tècnics i a les situacions específiques de la gimnàstica rítmica (5,8,18,17,19,22).

També es realitzarà qualsevol altre tipus de treball o tècnica que el fisioterapeuta trobi adient en funció de la pacient per tornar de forma progressiva a l'activitat esportiva (5,8) tenint sempre presents les pautes generals explicades anteriorment (5,36).

S'estima que amb el tractament convencional es torni a la pràctica esportiva entre els 5,4 mesos i els 6 mesos (7,30,39,40) sense la presència de símptomes. La intervenció finalitzarà quan el traumatòleg doni l'alta mèdica seguint els seus criteris: disminució de la simptomatologia i la consolidació òssia.

#### **4.7.2. Grup experimental**

El grup experimental seguirà el tractament convencional que ofereixen els serveis públics però amb la variació que al cap de 4 setmanes s'iniciarà un programa d'exercicis de reeducació del control motor de la pre-activació del TrA (abdominal hollowing). Aquest programa es portarà a terme per dos fisioterapeutes coneixedors de les tècniques i s'efectuarà al llarg de dues sessions per setmana al llarg de 6 setmanes (54). Les sessions seran individuals i s'adaptaran els paràmetres de forma individualitzada emprant la RM de cada sessió, seguidament s'explicarà amb més detall.

Abans d'iniciar l'explicació del tractament és necessari dividir les diferents accions que es portaran a terme en aquest grup en tres fases diferents, tenint present que el protocol incideix principalment en la segona fase. Es dividirà en (36):

- **Fase 1: CORSÉ** (de la setmana 1 a la setmana 4): control del dolor, la inflamació i la consolidació òssia mitjançant l'ortesi LSO (tractament convencional).
- **Fase 2: ABDOMINAL HOLLOWING** (de la setmana 5 a la setmana 10): exercicis d'estabilització lumbar de la columna vertebral, disminució de l'atròfia, coordinació musculatura profunda i disminució del dolor.
- **Fase 3: ESPECÍFICA** (de la setmana 11 fins alta esportiva): millora de la força, la resistència, la flexibilitat, la coordinació i els gests tècnics propis de la gimnàstica rítmica (tractament convencional).

### **FASE 1: CORSE (tractament convencional)**

Les pacients després d'acudir al metge i ser diagnosticades d'espondilòlisis seran enviades al traumatòleg qui els hi confeccionarà una ortesi de tipus LSO rígida que portaran al llarg de 4 setmanes, 23 hores al dia, podent treure-se'l únicament per dutxar-se i portar a terme les activitats d'higiene (5,29). La finalitat d'emprar les ortesis és eliminar el dolor en les AVD, inclòs el dormir, limitar el rang de moviment i afavorir la consolidació òssia (5,7,8,29,32,36,37).

### **FASE 2: ABOMINAL HOLLOWING**

S'iniciarà el treball d'activació del TrA al cap de 4 setmanes de ser diagnosticada la lesió. Hi ha algun article que indica que es pot iniciar la rehabilitació des de l'inici de la fractura (5), però en el cas d'aquest assaig clínic s'iniciarà el tractament 4 setmanes després perquè és necessari i fonamental que es consolidi de forma adequada la fractura per evitar possibles calls "viciosos". S'iniciarà passat aquest temps ja que serà aproximadament el moment d'inici de la tercera fase de la consolidació òssia, és a dir, quan comenci la formació del call dur. En aquesta fase es dona el principi de la mineralització del call tou, calcificant-se i oferint una resistència similar al de l'os sense que la fractura estigui consolidada completament. Així i tot, és necessari tenir present que la consolidació òssia en pacients pediàtrics acostuma a ser més ràpida però s'ha de ser cautelós amb els cartílags de creixement, que es troben als costats dels cossos vertebrals, per evitar males consolidacions que puguin transformar-se en deformitats i alteracions definitives (81).

A més a més, en el tractament conservador en pacients pediàtrics de 8 anys s'acostuma a retirar l'ortesi al voltant del mes, permetent la reincorporació de forma progressiva a la vida normal i a l'activitat física mitjançant l'enfortiment de la musculatura paravertebral i abdominal entre d'altres (25). En aquest cas, si no presenten dolor es canviarà la LSO rígida per una LSO flexible, la qual ja se l'haurà donat el traumatòleg quan va confeccionar la rígida. La LSO flexible la portaran durant 4 setmanes, passat aquest temps es tornarà a testar, si no presenten dolor en les AVD, reduiran el temps de portar-la a 12 hores al dia. Al cap de 2 setmanes, que coincidirà amb el final del protocol, si no presenten dolor, no l'hauran de portar en el dia a dia, sinó únicament quan tornin a iniciar la pràctica esportiva com a recordatori (5).

El treball que es portarà a terme serà un entrenament específic basat principalment en les indicacions i progressions explicades per Richardson i Jull (50) i emprades per O'Sullivan (44) per tractar a pacients amb espondilòlisi i espondilolistesi crònica que presentaven dolor lumbar. Amb aquest tipus de treball el que es busca és donar estabilitat mecànica estimulants el sistema neuromuscular per tal de suplir la funció de les estructures estabilitzadores passives que estan compromeses. Per tant, amb el reentrenament del patró motriu es guanyarà estabilitat, disminuirà el dolor mecànic que s'agreuja en les tasques funcionals del dia a dia i disminuirà la disfunció (44,57).

Per tant, cada sessió constarà d'un escalfament inicial de curta durada (3-5 minuts), el test per obtenir la RM i 4 o 5 exercicis. Tot aquest conjunt suposarà aproximadament un temps de sessió de 30-45 minuts.

#### 0. TEST EN DECÚBIT PRO

Abans d'iniciar qualsevol de les sessions es portarà a terme el test explicat en els apartats anteriors, per tal d'obtenir la RM del dia i poder adaptar la intensitat de la sessió. Un cop que s'obtingui el resultat del test es calcularà el valor de la RM que es cregui pertinent per aquella sessió, al voltant del 70-79% de la contracció màxima voluntària, ja que s'ha comprovat en una revisió sistemàtica realitzada per Borde et al. (54) que són les intensitats més efectives per treballar el TrA (50).

Un cop que es té aquesta dada es valora els segons que és capaç d'aguantar amb el 75% de la RM fins a un màxim de 6 segons. Posteriorment amb els 6 segons es valorarà les repeticions que és capaç de realitzar fins a un màxim de 9. Per tant, un cop que es disposin d'aquestes xifres es passarà a executar les sessions, tenint en compte que es faran com a màxim 2-3 sèries de 9 repeticions mantenint 6 segons la contracció, amb un descans entre repeticions de 4 segons i entre sèries de 60 segons (54).

#### 1. ESCALFAMENTS

En els escalfaments es farà un treball de dissociació de columna-pelvis. En aquests escalfaments es demanarà als pacients que realitzin diferents moviments de la columna

lumbar sense moure el sacre: anterversió-retroversió, inclinacions i rotacions. L'escalfament durarà 3 minuts i es realitzaran els següents exercicis (45):

1. Decúbit supí: rotacions, inclinacions i anterversió-retroversió
2. Sedestació: rotacions, inclinacions i anterversió-retroversió
3. Bipedestació amb suport a la paret: rotacions, inclinacions i anterversió-retroversió.
4. Bipedestació sense suport amb lleugera flexió de genolls i maluc: rotacions, inclinacions i anterversió-retroversió.

## 2. EXERCICIS

Per iniciar amb el tractament primer de tot es portarà a terme l'ensenyança de la co-contracció del TrA i dels MF en posició neutra de la columna. Molts cops és complicat aprendre i ensenyar l'acció de forma aïllada. La forma més comuna és demanant que portin a terme la tècnica del "drawing-in", s'explica al pacient que ha de dibuixar amb el melic, principalment amb l'ajuda de l'abdominal inferior, "cap a la columna i cap sobre" (posterior i cranial) (44,50).

### *2.1. Estratègies de facilitació de l'aprenentatge*

En cas que el pacient no fos capaç de realitzar aquesta maniobra es podran emprar diferents estratègies proposades per Richardson i Jull (50):

- Visualitzar l'acció correcta del múscul: explicar la disposició anatòmica i la seva funció. S'ha comprovat que ensenyar il·lustracions anatòmiques és una ajuda efectiva.
- Emprar instruccions que indiquin l'acció correcta: algunes menys tècniques i que puguin entendre els pacients com: "Dibuixa amb el baix de l'abdomen cap a dintre i cap amunt" o "Apropa el melic a la columna".
- Centrar-se en la precisió: els altres músculs han d'estar relaxats i és necessari que el pacient estigui el màxim de concentrat i atent en el tractament.
- Tècniques de facilitació: donar un feedback de si ho està fent de forma correcta o no. Aquestes poden ser: contacte o pressió manual sobre el TrA o sobre els MF, emprar la PBU o realitzar de forma sincronitzada una contracció del sol pelvià.

## 2.2. *Estratègies de substitució*

En diverses ocasions els pacients, davant la impossibilitat d'executar la contracció de forma adequada, empren altres moviments o altres accions compensatòries que permeten obtenir els valors desitjats a la PBU però no executant-ho correctament. Aquestes accions reben el nom d'estratègies de substitució (50,57).

El fisioterapeuta jugarà un paper fonamental en la seva detecció i correcció per evitar-les, ja que l'eficàcia del tractament ve determinada per la precisió del pacient respecte l'activació i el manteniment de les co-contraccions profundes (50,57).

Per tant, durant totes les sessions, principalment en les primeres que és on serà més important l'educació i l'aprenentatge per part del pacient, el fisioterapeuta haurà d'intentar evitar que es doni qualsevol estratègia de substitució. Per aquest motiu, és important conèixer quines són les més freqüents i quines són les principals premisses i accions per detectar-les i evitar-les (50,57):

- Moviment de les costelles, pelvis i espatlles. És important que aquests tres segments corporals es mantinguin estàtics per tal de minimitzar la contracció global de la resta de musculatura més superficial durant la contracció profunda.
- Les estratègies de substitució es poden identificar amb una observació acurada en les posicions verticals: sedestació i bipedestació.
- Execució d'una respiració profunda durant el "drawing in" per tal de ficar el melic cap a dintre, sense contreure pràcticament el TrA. Per evitar-ho palparem la musculatura, demanarem una respiració normal i s'observarà la paret abdominal.
- Execució d'un abdominal bracing amb l'activació dels oblics externs. En aquesta acció es podrà observar un descens de la graella costal i una alteració horitzontal de la pell abdominal. Si aquest fet es dona en decúbit pro no disminuirà la pressió en la PBU sinó que augmenta entre 1-2 mmHg.
- Activació de la musculatura extensora de l'esquena juntament amb una contracció dels oblics interns, externs i del recte abdominal.



Seguidament s'exposaran tots els exercicis proposats. Abans de fer-ho és important recordar que en tots ells s'evitin les maniobres de substitució i es mantingui una respiració normal i fluida perquè no es produeixin apnees que augmentin la pressió intrabdominal. A més a més, es demanarà una co-contracció del TrA i del MF, juntament amb una contracció de la musculatura perineal (1,45,50,54,57). També serà molt important no realitzar cap posició que agreugi el dolor lumbar en els pacients:

- 1. Decúbit pro:** pacient en decúbit pro amb la PBU a la zona abdominal baixa. El melic haurà de quedar al centre mentre que la vora inferior de la PBU alineada entre les dues crestes ilíaques. S'inflarà fins a aconseguir una pressió inicial de 70mmHg. Es demanarà que realitzi el drawing-in, provocant una disminució de la pressió entre uns 6-8 mmHg. Vigilar que no es realitzin apnees, mantenir una respiració normal (45,57).
- 2. Decúbit supí:** pacient en decúbit supí amb els genolls a 45º de flexió i amb un coixí al cap. La PBU s'inflarà fins a aconseguir una pressió inicial de 40mmHg i es col·locarà en la zona lumbar, ajustant-la perquè quedi entre la caixa toràcica i el sacre. Es demanarà la contracció tant del TrA com del perineu, observant que no es desenganxin les lumbar de la llitera i que es produeixi un augment de la pressió entre 0-4 mmHg (45).
- 3. Sedestació:** es portarà a terme en una cadira que tingui respall per poder col·locar la PBU a la zona lumbar, entre la caixa toràcica i el sacre, amb una pressió inicial del 40mmHg. Es demanarà la contracció i es buscarà obtenir els mateixos paràmetres que en la posició en decúbit supí, és a dir, un augment de la pressió entre 0-4 mmHg. S'ha de vigilar que no es perdi el contacte ni la pressió sobre la PBU i el respall (45).
- 4. Bipedestació:** la pacient es col·locarà en bipedestació amb l'esquena en contacte amb la paret. Es col·locarà la PBU a l'esquena, a la zona lumbar, entre la caixa toràcica i el sacre, amb una pressió de 40 mmHg. Es demanarà la contracció del TrA, juntament amb el del perineu. S'haurà de produir un augment de la pressió entre els 0-4 mmHg. Serà necessari tenir en compte les mateixes indicacions, no desenganxar la zona lumbar (45).

Seguidament, a partir de les posicions bàsiques explicades anteriorment, s'anirà progressant augmentant la dificultat. Es portaran a terme els següents exercicis, sempre se seguirà un patró similar: treball en posició bàsica, moviments d'EESS, moviments d'EEII, combinació de moviments EESS i EEII homolateralment i contralateralment, sobre inestabilitats...

5. **Decúbit supí amb moviment d'EESS (flexió d'espatlles):** es partirà de la posició de l'exercici 2, seguint el mateix protocol respecte a la PBU. Es demanarà la contracció abdominal i del perineu, observant que no es desenganxin les lumbar. Seguidament, es demanarà que es portin els dos membres superiors cap a la flexió màxima sense perdre la contracció abdominal (45).
6. **Decúbit supí amb moviment d'EEII (flexió de maluc):** aquest exercici partirà de les mateixes premisses que l'exercici 2. Variarà en què es demanarà la contracció abdominal i del perineu i seguidament una flexió de maluc amb flexió de genoll, sense desenganxar la zona lumbar de la llitera. S'executaran 5 repeticions amb una cama i les restants amb l'altra (45).
7. **Decúbit supí amb moviment d'EEII (flexió de maluc + extensió de genoll):** aquest exercici partirà de les mateixes premisses que l'exercici 2. Variarà en què es demanarà la contracció abdominal i del perineu seguida per una flexió de maluc amb el genoll en extensió, sense desenganxar la zona lumbar de la llitera. S'executaran 5 repeticions amb un membre i les restants amb l'altra (45).
8. **Decúbit supí amb combinació de moviments d'EESS i EEII contralaterals:** es partirà de les mateixes indicacions que en l'exercici 2. Aquest cop, quan es demani la contracció del TrA i del perineu es realitzarà una flexió d'espatlla i una flexió de maluc amb extensió de genoll contra lateral (45).
9. **Enrotllament superior en decúbit supí:** mateixa posició inicial i procediment que en l'exercici 2. Quan es demani la contracció, el pacient ha de realitzar una inspiració i, a poc a poc, ha d'anar enlairant les espatlles de la llitera mentre deixa anar l'aire, com si s'estigués enrotllant. S'haurà de vigilar que no realització una flexió cervical i que

l'escàpula no arribi a desenganxar-se del tot, és a dir, que el seu cantell inferior no s'enlairi. Els braços es podran col·locar al clatell o creuats a sobre del pit (45).

**10. Decúbit supí amb combinació de moviments d'EES i EEI homolaterals:** es partirà de les mateixes indicacions que en l'exercici 2. Aquest cop, quan es demani la contracció del TrA i del perineu es realitzarà una flexió d'espatlla i una flexió de maluc amb extensió de genoll homolateral. Serà important que no perdi la pressió sobre la PBU (45).

**11. Enrotllament inferior en decúbit supí:** mateix procediment que en l'exercici 2. El pacient iniciarà l'exercici en una posició de màxima flexió (sense dolor) de maluc i genolls. Es demanarà una contracció de l'abdomen i el perineu. Es sol·licitarà una inspiració profunda i anirà enlairant els glutis del terra mentre deixa anar l'aire. S'haurà de vigilar que el pacient no enlairi el sacre totalment (45).

**12. Decúbit pro moviment d'EES dreta (flexió d'espatlla):** es parteix de les mateixes premisses i indicacions de postura i col·locació de la PBU que en l'exercici 1. Es demanarà una contracció del TrA i del perineu. Un cop aconseguida es demanarà una flexió de l'espatlla dreta (45).

**13. Decúbit pro moviment d'EES esquerra (flexió d'espatlla):** es realitzarà el mateix moviment que en l'exercici 12 però amb l'altra extremitat, l'esquerra (45).

**14. Decúbit pro amb moviment d'EEI (abducció de maluc):** es partirà de les mateixes indicacions que en l'exercici 1. Aquest exercici s'acostuma a executar amb una extensió de maluc però com les pacients és un dels mecanismes lesionals que ha produït l'espondilòlisi s'evitarà. Per tant, serà reemplaçat per una ABD de maluc. Es faran la meitat de repeticions amb una cama i l'altra meitat amb la contrària.

**15. Quadrupèdia posició bàsica:** en aquesta posició s'ensenyarà a localitzar i mantenir les corbes toràciques i lumbars de forma adequada durant les contraccions abdominals, sense que hi hagi moviment de la pelvis o de les costelles. Per ajudar i donar feedback directe del pacient, com no es pot emprar la PBU, s'emprarà una pica. Aquesta es

col·locarà resseguint la columna vertebral i indicant-li que el pal ha d'estar en tot moment, tant en posició de relaxació com durant la contracció, en contacte amb tres punts diferents: el cap, el centre de les escàpules i el sacre (46).

**16. Quadrupèdia amb moviment d'EESS (flexió d'espatlla):** es partirà de la mateixa posició que l'exercici 15. Quan s'hagi contret el TrA i el perineu es demanarà que realitzi una flexió màxima d'espatlla. El fisioterapeuta haurà de vigilar que no es perdin les corbes fisiològiques i que no hi hagi moviment ni de la pelvis ni de les costelles (46).

**17. Quadrupèdia amb moviment d'EELI (extensió de maluc i extensió de genoll):** serà el mateix procediment que en l'exercici 15. Aquest cop es demanarà una extensió de maluc (arribant com a màxim a 90º i sempre sense dolor) i una extensió de genoll durant la contracció abdominal i perineal (46).

**18. Quadrupèdia amb moviments d'EESS i EELI contralaterals:** es partirà de les mateixes indicacions que en l'exercici 15. Aquest cop, quan es demani la contracció, se realitzarà una flexió d'espatlla i una extensió de maluc amb extensió de genoll contralateral (46).

**19. Quadrupèdia amb moviments d'EESS i EELI homolateral:** es partirà de les mateixes indicacions que en l'exercici 15. Aquest cop, quan es demani la contracció, es realitzarà una flexió d'espatlla i una extensió de maluc juntament amb l'extensió de genoll homolateral (46).

**20. Sedestació amb moviment d'EESS (flexió d'espatlla):** mateixa posició i la PBU col·locada al mateix lloc que en l'exercici 3. Es demanarà que s'executi una contracció de l'abdomen i del perineu sense que es desenganxi la lumbar del respatllet ni perdi pressió sobre la PBU. En aquesta posició es demanarà que executi una flexió d'espatlla fins al seu màxim. Primer amb un braç i després l'altre, la meitat de repeticions per a cada extremitat (45).

**21. Sedestació amb moviment d'EELI (extensió de genoll + flexió de maluc):** mateixa posició i la PBU col·locada al mateix lloc que en l'exercici 3. Es demanarà que s'executi una contracció del TrA i del perineu sense que es desenganxi la lumbar del respatllet

ni perdi pressió sobre la PBU. En aquesta posició es sol·licitarà una flexió de maluc juntament amb una extensió de genoll, sense perdre la neutralitat de la columna (45).

**22. Sedestació amb combinació de moviments d'EESS i EEII contralaterals:** mateix inici que en l'exercici 3. Es demanarà que durant la contracció es realitzi una flexió màxima d'espatlla d'un costat i, simultàniament, la flexió de maluc i extensió de genoll del costat contra lateral (45).

**23. Sedestació amb combinació de moviments d'EESS i EEII homolateral:** mateixa posició i la PBU col·locada al mateix lloc que en l'exercici 3. Es demanarà que s'executi una contracció del TrA i del perineu mentre es realitza una flexió màxima d'espatlla d'un costat i la flexió de maluc i extensió de genoll del costat homolateral (45).

**24. Sedestació posició bàsica amb suports podals inestables:** mateix procediment que en l'exercici 3 però aquest cop tindrà els dos peus a sobre d'un bossu (inestabilitat) (45).

**25. Sedestació amb moviments combinats d'EESS i EEII contralateral sobre una inestabilitat:** se seguirà el mateix procediment que en l'exercici 3. En aquesta ocasió col·locarà els dos peus a sobre del bossu i, a més a més, realitzarà una flexió màxima d'una espatlla i una flexió de maluc i extensió de genoll contra lateral (45).

**26. Sedestació posició bàsica sobre inestabilitat:** aquest exercici es portarà a terme sense PBU. El pacient s'asseurà a sobre d'una fitball (inestabilitat). Es demanarà una contracció de l'abdomen i del perineu sense que hi hagi moviment del tronc (45).

**27. Sedestació sobre inestabilitat amb moviment d'EEII (flexió de maluc i extensió de genoll):** mateix procediment que en l'exercici 26 però durant la contracció abdominal es realitzarà una flexió de maluc i una extensió de genoll d'una cama. Es faran la meitat de repeticions amb una cama i les restants amb la contra lateral (45).

**28. Sedestació sobre inestabilitat amb moviment d'EESS i EEII contralateral:** es continuarà amb el mateix procediment que en l'exercici 26 però durant la contracció

abdominal es realitzarà una flexió de maluc juntament amb l'extensió de genoll d'una cama i una flexió màxima de l'espatlla contralateral. Es faran la meitat de repeticions amb una cama i les restants amb la contralateral.

**29. Bipedestació amb moviments d'EES (flexió d'espatlla):** la col·locació serà la mateixa que en l'exercici 5. S'executaran moviments de flexió d'espatlla amb els dos braços simultàniament.

**30. Monopodal (equilibri passé):** la col·locació serà la mateixa que en l'exercici 5 però s'haurà de mantenir la contracció isomètrica de TrA i perineu amb una cama recolzada i l'altre en flexió i abducció de maluc.



*Figura 4: Equilibri passé en relevé*

**31. Bipedestació amb moviment d'EEII (flexió de maluc):** la col·locació serà la mateixa que en l'exercici 5. S'executaran moviments de flexió de maluc. La meitat de repeticions amb una cama i l'altra meitat amb la contrària.

**32. Bipedestació amb moviments combinats d'EES i EEII contralaterals:** la col·locació serà la mateixa que en l'exercici 5. S'executaran de forma simultània a la contracció moviments de flexió de maluc i de flexió d'espatlla contralaterals.

- 33. Bipedestació amb moviments combinats d'EESS i EEII homolaterals:** la col·locació serà la mateixa que en l'exercici 5. S'executaran de forma simultània a la contracció moviments de flexió de maluc i de flexió d'espatlla homolaterals.
- 34. Bipedestació amb suport sobre els avantbraços:** el pacient recolzarà els avantbraços a la paret. Els peus estaran separats com a mínim uns 30 cm. Es demanarà la contracció de l'abdomen i el perineu (45).
- 35. Bipedestació lateral:** el pacient es recolzarà sobre un avantbraç a la paret amb els peus a una distància mínima de 30 cm d'aquesta. S'intentarà mantenir el raquis en posició neutra mentre es demana una contracció abdominal i perineal. Es faran la meitat de repeticions a cada costat (45).
- 36. Bipedestació frontal inestable:** serà el mateix exercici que el número 34 però es col·locarà una pilota d'espuma entre els avantbraços i la paret. S'ha de mantenir la posició sense desestabilitzar-se (45).
- 37. Bipedestació lateral inestable:** serà el mateix exercici que el número 36 però col·locat lateralment i recolzat sobre un avantbraç. La meitat de repeticions amb cada avantbraç (45).
- 38. Decúbit supí sobre una superfície inestable:** el pacient es col·locarà en decúbit supí sobre un foam rolller de 90 cm que s'acostuma a emprar per fer exercicis de mobilitat, massatges o pilates. En aquesta posició es col·locaran 4 pilotes de tenis, dues sota les mans i dues sota dels peus. Es demanarà que contregui el TrA juntament amb el perineu i que mantingui la postura, sense desestabilitzar-se i sense perdre el contacte lumbar amb el foam.
- 39. Decúbit pro (planxa frontal) sobre una superfície inestable:** el pacient recolzarà els avantbraços sobre un bossu i les puntes del peu a terra, realitzant una planxa frontal. Es demana que contregui el perineu, el TrA i la musculatura del CORE més superficial, sense moure el raquis, i mantenint la posició (45).

**40. Sedestació i suport sobre superfícies inestables:** es partirà de la mateixa posició que en l'exercici 26, però sota dels peus es col·locaran dues pilotes de tenis. Es demanarà que contregui el perineu i l'abdomen, sense moure el raquis, i mantenint la posició.

**41. Bipedestació sobre una superfície inestable:** en aquest exercici la pacient es col·locarà en bipedestació sense cap mena de suport a la paret. A més a més, es col·locarà sobre d'un bossu. Es demanarà que contregui l'abdomen i el perineu. Durant la contracció el fisioterapeuta li llançarà l'aparell que hagi portat la gimnasta: un cèrcol, una pilota, una corda, una massa o la cinta. La pacient haurà de recollir l'aparell i llançar-lo posteriorment al fisioterapeuta sense perdre la contracció de l'abdomen.

**42. Monopodal (equilibri passé) sobre superfície inestable:** la pacient es col·locarà sobre del bossu recolzant únicament una cama. Quan realitzi la contracció abdominal i perineal, es demanarà que executi un equilibri típic de la gimnàstica rítmica, l'equilibri passé (mantenir-se monopodalment i amb una flexió de maluc i de genoll de la cama que es troba a l'aire). S'ha de controlar que no perdi la contracció del TrA en l'execució de l'equilibri.

**43. Sedestació i suport sobre superfícies inestables amb moviment d'EESS:** es partirà de les mateixes premisses i posicions que en l'exercici 40 però, a més a més, durant la contracció del TrA i del perineu, es demanarà que executi un grup fonamental de l'aparell que hagi portat (Annex 10):

- Pilota: rebot a terra, petit llançament, rodament pels dos braços, rebot al pit...
- Maces: molins, rotacions, petit llançament de les dues maces...
- Aro: rotacions pla horitzontal, rodament pels dos braços, rotació al voltant de la mà...
- Cinta: espirals en el pla sagital, escapada, serpentes...
- Corda: rotacions, escapada, moviment en vuit...

**44. Monopodal (equilibri passé) sobre superfície inestable amb moviment d'EESS:** es partirà de la mateixa posició que en l'exercici 42. Un cop que es contregui el TrA i es



trobi estable en la posició executarà un grup fonamental de l'aparell de rítmica que hagi portat (ídem exercici 40).

**45. Vertical amb colzes:** aquest exercici consistirà a fer una vertical, iniciant la contracció abdominal i perineal abans d'executar-la i durant el manteniment de la figura i el seu descens. És un treball de control motor per evitar l'extensió de l'esquena i l'aparició del dolor (82). Per evitar possibles caigudes, el fisioterapeuta, a més a més de controlar que no es perdi la contracció abdominal, també es col·locarà al costat per evitar que passi de la vertical i reaccionari realitzant un pont, el que implicaria una extensió excessiva de l'esquena.

**46. Vertical:** serà el mateix exercici que el 45, però amb un suport palmar (82).

### 3. DISTRIBUCIÓ DE LES SESSIONS

*Taula 3: Distribució de les sessions del grup experimental*

Nº setmana	Nº de sessió	Exercicis
1ª setmana	Sessió 1	Explicació del tractament
		Representacions anatòmiques
		Test
	Sessió 2	Escalfament 1
		1. Decúbit pro
		2. Decúbit supí
		3. Sedestació
2ª setmana	Sessió 3	4. Bipedestació
		Escalfament 1
		2. Decúbit supí
		5. Decúbit supí moviment EESS (flexió espatlles)
		6. Decúbit supí moviment EEII (flexió de maluc)
	Sessió 4	7. Decúbit supí moviment EEII (flexió de maluc + extensió de genoll)
		Escalfament 1
		8. Decúbit supí moviments EESS i EEII contralateral
		9. Enrotllament superior en decúbit supí
		10. Decúbit supí moviments EESS i EEII homolateral
		11. Enrotllament inferior en decúbit supí
3ª setmana	Sessió 5	Escalfament 2
		1. Decúbit pro
		12. Decúbit pro moviment EESS dreta (flexió d'espatlla)
		13. Decúbit pro moviment EESS esquerra (flexió d'espatlla)
		14. Decúbit pro moviment EEII (abducció maluc)
	Sessió 6	Escalfament 2

		15. Quadrupèdia posició bàsica
		16. Quadrupèdia moviment EESS (flexió d'espatlla)
		17. Quadrupèdia moviment EEII (extensió maluc i extensió genoll)
		18. Quadrupèdia moviments EESS i EEII contralateral
		19. Quadrupèdia moviments EESS i EEII homolateral
4ª setmana	Sessió 7	Escalfament 2
		3. Sedestació
		20. Sedestació moviment EESS (flexió d'espatlla)
		21. Sedestació moviment EEII (extensió de genoll + flexió de maluc)
		22. Sedestació moviments EESS i EEII contralateral
		23. Sedestació moviments EESS i EEII homolateral
	Sessió 8	Escalfament 3
		24. Sedestació posició bàsica amb suports podals sobre inestabilitat
		25. Sedestació moviments EESS i EEII contralateral sobre una inestabilitat
		26. Sedestació posició bàsica sobre inestabilitat (fitball)
		27. Sedestació sobre inestabilitat, moviment EEII (flexió de maluc i extensió de genoll)
		28. Sedestació sobre inestabilitat, moviment EESS i EEII contralateral
5ª setmana	Sessió 9	Escalfament 3
		4. Bipedestació
		29. Bipedestació moviments EESS (flexió d'espatlla):
		30. Monopodal (equilibri passé)
		31. Bipedestació moviments EEII (flexió maluc)
		32. Bipedestació moviments EESS i EEII contralaterals
	Sessió 10	Escalfament 4
		33. Bipedestació moviments EESS i EEII homolaterals:
		34. Bipedestació amb recolzament sobre els avantbraços
		35. Bipedestació lateral
		36. Bipedestació frontal inestable
		37. Bipedestació lateral inestable
6ª setmana	Sessió 11	Escalfament 4
		38. Decúbit supí sobre una superfície inestable
		39. Decúbit pro (planxa frontal) sobre una superfície inestable
		40. Sedestació i recolzament sobre superfícies inestables
		41. Bipedestació sobre una superfície inestable
		42. Monopodal (equilibri passé ) sobre superfície inestable
	Sessió 12	Escalfament 4
		43. Sedestació i recolzament sobre superfícies inestables amb moviment de EESS
		44. Monopodal (equilibri passé) sobre superfície inestable amb moviment de EESS
		45. Vertical amb colzes
		46. Vertical
		47. Test

Un cop finalitzades les sessions, es derivaran a les pacients al centre on seran tractades les gimnastes del grup control. Se'ls hi recordarà que serà necessari continuar amb el treball del

TrA de forma autònoma i serà important que integrin la preactivació d'aquesta musculatura en les AVD i en els gestos tècnics propis de la gimnàstica rítmica per tal de disminuir les recidives.

### **Fase 3: ESPECÍFICA**

En aquesta última fase es derivaran a les gimnastes al centre amb el que s'ha fet conveni. Es faran exercicis molt més globals seguint el treball que s'acostuma a oferir en el servei sanitari. Seran les mateixes pautes de treball que el grup control en el qual es treballarà (5,8,18,17,19,22) :

- Flexibilitat i mobilitat d'espatlla i de la columna toràctica per combatre les restriccions
- Flexibilitat del psoes ilíac, isquiotibials, quàdriceps
- Força dels erectors espinals
- Força de glutis (mig i superior) i abdominal (superfície i profund)
- Propiocepció de la columna i coordinació
- Treball de resistència i força-resistència
- Treball d'extensió a les 9 setmanes progressant primer amb extensió de maluc, després extensió vertebral per acabar combinant les dues accions

Els exercicis aniran progressant respecte a complexitat, globalitat i sobretot en especificitat, adaptant-se i apropant-se cada cop més als gests tècnics (cistella, pont, pi pont...) i a les situacions específiques de la gimnàstica rítmica (5,8,18,17,19,22).

### **5. Calendari**

Començant amb l'explicació del calendari de l'estudi hi ha una etapa inicial de preparació de l'assaig clínic que durarà 3 mesos, per tant, començarà al Juny del 2020. Per iniciar aquesta fase prèvia es parlarà i s'arribarà a un acord amb la Federació Catalana de Gimnàstica Rítmica perquè faciliti la comunicació amb l'assegurança sanitària. Seguidament es reuniran els possibles traumatòlegs que ens podran derivar les pacients per acordar certs aspectes explicats anteriorment: temps mínim per portar les ortesis, criteris de progressió, criteris de RT...



Els traumatòlegs, juntament amb l'investigador principal, decidiran a quin centre derivaran a les pacients. Serà un centre que tingui conveni amb l'assegurança que disposen les gimnastes al tenir la llicència federativa. Es reuniran tant el director com els treballadors amb l'investigador principal per explicar l'assaig clínic i per arribar a un acord. Des del centre explicaran quines són les pautes generals del tractament que segueixen amb els pacients que presenten la patologia. Per altra banda, l'investigador principal els hi explicarà que 2 dels seus fisioterapeutes es faran càrrec de les pacients que seran derivades de l'estudi i faran una formació per aprendre a emprar la PBU. Se'ls hi explicarà amb detall i exactitud quin serà el procés que se seguirà i quins seran els criteris que hauran d'aconseguir les pacients perquè siguin derivades al traumatòleg, passant prèviament per l'examinador.

Un cop acordat tot el necessari amb aquests professionals sanitaris per evitar els màxims biaixos possibles, s'enviarà el protocol al Comitè Ètic d'Investigació Científica perquè acceptin o rebutgin la proposta.

Seguidament s'iniciarà la recerca dels recursos tant materials com humans. Com a recursos materials es comprarà tot el necessari per a aquesta intervenció: PBUs, pilotes de tenis, aparells de rítmica, fitballs... Pel que fa als recursos humans es necessitarà un estadístic i 6 fisioterapeutes, 2 que exerceixin com a fisioterapeutes que aplicaran el protocol, 2 que formaran part del centre al qual assistiran les pacients i els altres 2 com examinadors. Aquests se sotmetran a un període de formació, ja que interessarà que les avaluacions i el tractament siguin precisos perquè permeti comprovar la seva efectivitat. Els 2 primers es formaran sobre la utilització dels diferents instruments a emprar durant la intervenció i les avaluacions, el tractament i protocol a aplicar, nocions bàsiques de gimnàstica rítmica i sobre les seves demandes. Els 2 fisioterapeutes del centre únicament amb els instruments a emprar per a les avaluacions, és a dir, l'EVA i la PBU. Mentre que els 2 examinadors es formaran amb els instruments d'avaluació, tant proves com qüestionaris, i també sobre nocions bàsiques de gimnàstica rítmica.

Un cop finalitzada la fase preparatòria, s'iniciarà l'assaig clínic amb el reclutament de les pacients. El calendari previst per l'estudi serà el següent:

Taula 4: Cronograma de l'estudi

CALENDARI DE L'ESTUDI							
	Reclutament	Assignació	Post-assignació				Final
Temps	Set. 2020 - Set.2021	Set. 2020 - Set.2021	<4 setm post diagnòstic (LSO)	4a setmana	10a setmana	Alta mèdica	Setembre 2022
Reclutament	X						
Criteris de selecció	X						
Consentiment informat		X					
Assignació		X					
INTERVENCIONS							
Grup experimental			Ortesi LSO	Protocol	Rehabilitació Convencional		
Grup control			Ortesi LSO		Rehabilitació Convencional		
							
AVALUACIONS							
EVA			X		X	X	
Control muscular TrA			X		X	X	
Disfunció lumbar			X		X	X	
Qualitat de vida			X		X	X	
RTP						X	
Resultats, anàlisi i conclusions							X

## **6. Limitacions i possibles biaixos**

Fent referència a la validesa interna de l'estudi aquesta es pot veure afectada per diferents biaixos. El primer d'ells és el biaix de selecció, el qual es podria donar en cas de que hi hagués moltes pèrdues durant el seguiment fet que impossibilitaria poder comparar els resultats obtinguts. Per evitar aquest biaix s'explicarà prèviament amb tot detall el procediment, incidint sobretot en el fet que serà important assistir a totes les sessions i seguir amb el protocol indicat. D'aquesta forma, en cas de no poder complir amb totes les demandes, no s'acceptarà la seva participació.

Per evitar el biaix d'informació o observació els fisioterapeutes i també els examinadors hauran realitzat prèviament una formació específica sobre les diferents eines, qüestionaris, protocols i tractaments que empraran al llarg de l'estudi. A més a més, els examinadors no coneixeran en cap moment en quin dels dos grups formaran part els pacients, és a dir, estaran cegats.

Una de les limitacions més importants ha estat la impossibilitat de realitzar un doble o triple cec, a causa de les característiques de l'estudi, en el que els pacients i fisioterapeutes han de saber quin tractament s'està portant a terme.

Una altra limitació de l'estudi és el biaix de contaminació. Aquest biaix es pot trobar en dues ocasions. La primera és en el tractament del grup control perquè sí que s'han establert unes pautes comunes i bàsiques a seguir però es pot progressar i fer moltes variants que poden ser diferents per a cada pacient. Aquesta variabilitat és causada per la manca d'un protocol específic establert i estandarditzat per aquesta lesió. Aquest fet ha complicat l'estudi, ja que l'investigador principal s'ha hagut de ficar en contacte amb tots els traumatòlegs i el centre on derivaran a les pacients per acordar el tipus d'ortesi, quin temps l'haurà de portar, com diagnosticaran, a quin centre iniciaran la rehabilitació.... També, a causa del llarg temps de reclutament dels pacients es pot produir alguna alteració en el protocol.

L'altre biaix de contaminació és la presència de moltes variables un cop finalitzada la intervenció que poden influir en una possible recidiva i en l'aparició de símptomes un altre

cop. És possible que quan realitzin les trucades després d'un any les pacients informin de la presència d'algun símptoma o recidiva. Aquest fet no es podrà atribuir amb la seva totalitat a què ha estat a causa d'una mala intervenció, ja que hi ha molts altres factors que poden influir. El que és més comú és una errònia o inexistent progressió i adaptació per part de l'entrenadora a l'activitat esportiva. Independentment de la lesió que presentin els esportistes s'ha de cuidar de forma molt específica i detallada la tornada a l'activitat física, ja que si la gimnasta empra la mateixa mecànica corporal i realitza les mateixes activitats segurament tornarà a aparèixer la patologia i el dolor. Per tant, s'ha de donar especial atenció als possibles canvi sobre aspectes del cos de la gimnasta i de l'activitat (5). En resum, hi ha moltes variables incontrolables que poden influir en la nova presència de símptomes i recidives.

## **7. Problemes ètics**

Abans de donar el consentiment informat es lliurarà el Full d'Informació pels Participants del Projecte d'Investigació (Annex 6). En aquest full es podran trobar tots els detalls i informació relacionada amb l'estudi que cal conèixer: objectius, metodologia, durada, protocol, beneficis, riscos i el maneig de la informació.

Tots els subjectes que vulguin participar en l'estudi hauran d'omplir i firmar el Consentiment Informat (Annex 7) previ a la recollida de dades. Serà firmat per la pacient i com seran menors d'edat ho hauran de firmar també els seus tutors legals, mare o pare. Serà important que entenguin que la participació és totalment voluntària així com ho marca el Codi de Nuremberg i que poden abandonar l'estudi lliurement.

La funció d'aquest document és informar als pacients sobre l'estudi, garantint en tot moment la confidencialitat de les dades i la identitat, i per negar el conflicte d'interessos dels investigadors. Aquest consentiment informat estarà aprovat pel Comitè Ètic d'Investigació Clínica d'acord amb la Declaració de Hèlsinki, complint amb la Llei Orgànica 3/2008, del 5 de Desembre, de protecció de dades de caràcter personal i garantia dels drets digitals (84,85).

Tota la informació relacionada amb l'estudi i amb els pacients (dades dels participants, informes i dades recollides durant les avaluacions i exploracions) es guardarà de forma segura, permetent accedir a ella únicament a l'investigador principal i a l'estadístic de l'estudi (84,85).

## 8. Organització de l'estudi

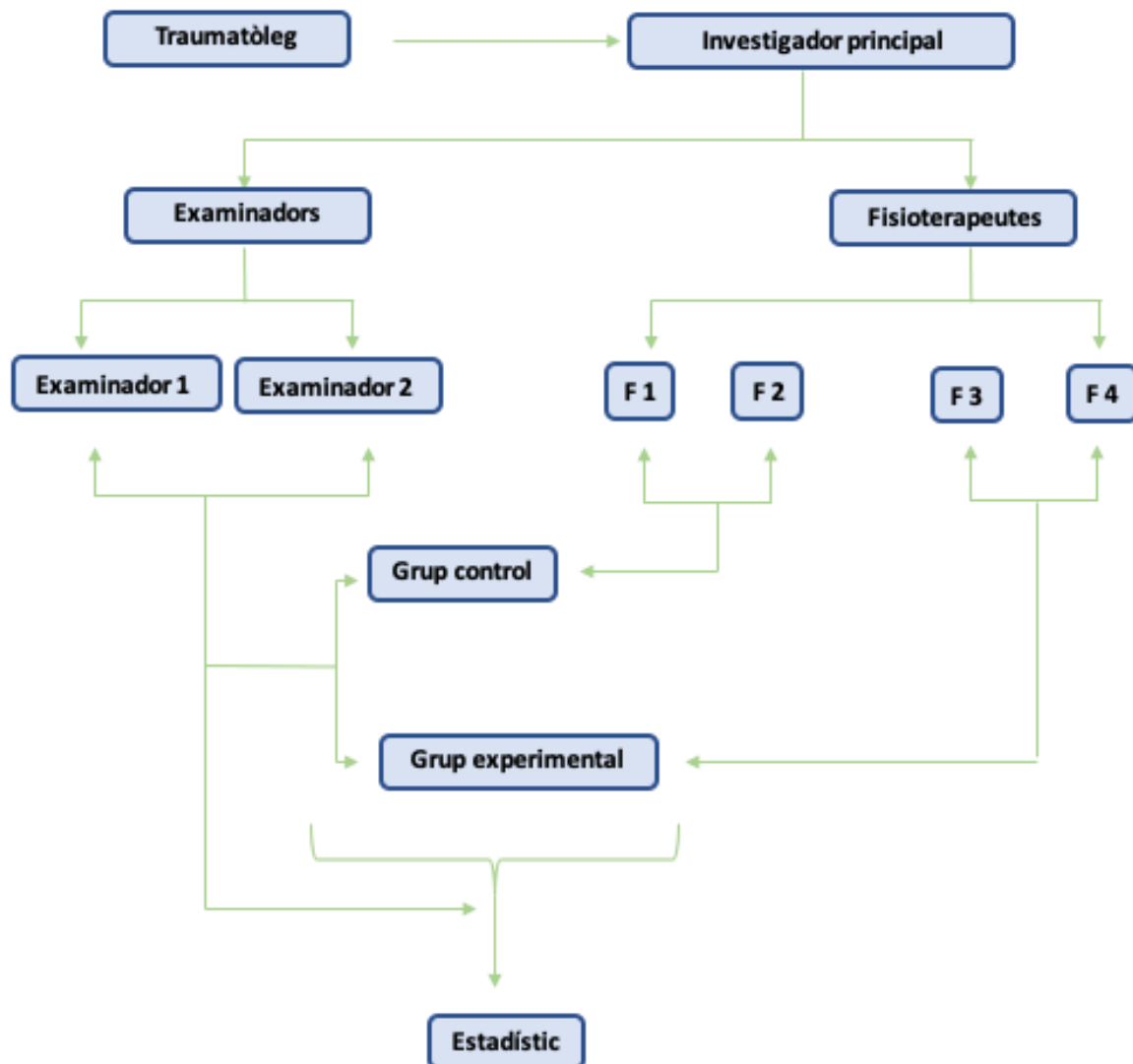


Figura 5: Organigrama de l'estudi

### 8.1. Investigador principal

L'investigador principal serà la figura encarregada de dissenyar l'estudi i tot el que comporta: determinar els objectius, la hipòtesi, organitzar la recollida de dades, fer el seguiment...

Serà la persona que rebrà als pacients i als seus familiars. Se'ls hi explicarà el funcionament de l'estudi i els hi resoldrà tots els dubtes que poden sorgir, a més a més, els hi donarà el Full d'Informació pels Participants del Projecte d'Investigació i el Consentiment Informat perquè



el signin si estan predisposats a participar. Comprovarà que compleixin els criteris d'inclusió i no en compleixin cap dels d'exclusió.

També serà l'encarregat de formar tant als fisioterapeutes com als examinadors. Els fisioterapeutes se'ls formarà sobre l'abdominal hollowing i sobre nocions bàsiques de gimnàstica rítmica, principalment sobre els elements fonamentals bàsics que es demanaran en alguns exercicis del tractament. Per altra banda, als examinadors se'ls formarà sobre les eines que empraran tant per l'avaluació inicial com per la final, que serà la mateixa però amb alguns canvis. Posteriorment es farà una prova pilot per veure si han assolit tots els coneixements adients.

## **8.2. Fisioterapeutes**

Seràn dos fisioterapeutes encarregats de portar a terme la intervenció proposada en l'estudi i 2 que seran treballadors del centre al que acudiran les pacients. Els fisioterapeutes no estaran cegats perquè seran coneixedors en tot moment del tractament que estan emprant. Prèviament seran formats sobre nocions bàsiques de gimnàstica rítmica i en els exercicis d'abdominal hollowing. Seran desconeguts de tota la informació de l'estudi, únicament estaran assabentats del tractament que han d'aplicar i dels criteris per derivar al traumatòleg.

S'ha decidit escollir dos fisioterapeutes per cada grup per augmentar l'accessibilitat. En ser pacients pediàtrics, suposadament, han d'anar al col·legi o a l'institut als matins, aquest fet suposarà que gairebé l'única disponibilitat que tinguin siguin a les tardes. Així i tot, tampoc es necessita un nombre molt més elevat de fisioterapeutes perquè serà molt complicat que es portin a terme molts de tractaments de forma simultània a causa de la petita mostra de l'estudi.

Les sessions del grup experimental es portaran a terme en dues aules de la Facultat d'Infermeria i Fisioteràpia de la Universitat de Lleida habilitades i condicionades amb tot el material necessari per a l'estudi. Les sessions del grup control al centre de fisioteràpia que s'hagi escollit.

### **8.3. Traumatòlegs**

Els traumatòlegs seran els encarregats de proposar la participació en l'estudi als pacients i de derivar-los a l'investigador principal. Seran qui donin l'alta mèdica a cada un dels pacients, per tant, determinaran la finalització de la intervenció quan es doni aquest moment.

Els traumatòlegs no formaran part de l'estudi com a tal però prèviament, l'investigador principal, s'haurà pogut reunir amb ells per acordar, estandarditzar i ser coneixedor del protocol que es portarà a terme en relació amb les seves competències: tipus d'ortesi, temps de repòs absolut abans d'iniciar qualsevol intervenció per part de fisioterapeutes, temps d'ús diari de l'ortesi, criteris d'alta mèdica....

### **8.4. Examinadors**

Els examinadors seran dos fisioterapeutes externs a l'estudi que estaran cegats, no seran coneixedors de cap dada de l'estudi i encara menys de quin grup pertanyen cada un dels pacients.

Les avaluacions, tant inicials com finals, es portaran a terme en dues sales adaptades per l'avaluació de la Facultat d'Infermeria i Fisioteràpia de Lleida. Els dos examinadors hauran rebut prèviament una formació sobre les eines que empraran per obtenir resultats respecte a les diferents variables que analitzaran: intensitat del dolor, emprant l'EVA; disfunció lumbar, emprant l'ODI, el control muscular, la preactivació del TrA mitjançant la PBU i la qualitat de vida mitjançant el VSP-A.

Amb els resultats obtinguts s'omplirà una fulla de registre (Annex , per tat que l'estadístic ho pugui introduir dintre del programa i analitzar les dades. Posteriorment, l'investigador principal serà l'encarregat d'analitzar i donar significat a les dades obtingudes.

### **8.5. Estadístic**

El matemàtic especialitzat en estadística serà l'encarregat de realitzar l'anàlisi estadística que determinarà la significança o no dels resultats. Un cop que s'hagin obtingut seran transmeses

directament i de forma personal a l'investigador principal que serà l'encarregat d'analitzar-les.

#### **8.6. Registre de dades i preservació de documents**

El registre de dades es farà de forma anònima mitjançant les inicials de cada pacient juntament amb el nombre d'identificació de cada persona que es va assignar durant l'aleatorització. D'aquesta forma s'asseguraran que l'únic coneixedor de les dades serà l'investigador principal, sense influir en les avaluacions dels examinadors.

Un cop obtinguts els resultats l'investigador els analitzarà, discutirà i obtindrà unes conclusions respecte a les hipòtesis i objectius marcats a l'inici de l'estudi.

Per tant, tota la informació recol·lectada al llarg de l'estudi la tindrà únicament l'investigador principal, el qual haurà d'acatar la llei de protecció de dades de caràcter personal i la garantia dels drets digitals.

#### **9. Pressupost**

El material serà l'emprat principalment en les sessions de tractament i la PBU també en les avaluacions. Aquest es doblarà, ja que hi haurà dos fisioterapeutes que tractaran a la vegada i possiblement es dona el cas de què necessitin el mateix material.

També serà necessari pagar el software SPSS Statistics per poder portar a terme l'anàlisi dels resultats. Per tant, es pagarà la subscripció el primer mes quan s'iniciï l'anàlisi de les dades.

En aquesta taula es tindrà en compte les possibles despeses que es donaran posteriorment a la posada en pràctica de l'assaig clínic, diners que s'invertiran amb la finalitat de poder difondre el protocol i els resultats obtinguts a la resta de comunitat científica. Es tractaran de despeses de publicació d'accés obert i de diversos congressos.

Taula 5: Pressupost del material de l'estudi

<u>Material</u>		<u>Quantitat</u>	<u>Preu unitat (€)</u>	<u>Preu (€)</u>
<b>Intervenció</b>	<b>Bossu</b>	2	40	80
	<b>Fitball</b>	2	24	28
	<b>Pilota d'espuma</b>	2	10	20
	<b>Foam roller espuma 90cm (Navarris)</b>	2	22	44
	<b>Pilotes de tennis</b>	10	1,2	12
	<b>Piques</b>	2	9	18
	<b>PBU</b>	2	60	120
<b>Papereria</b>	<b>Consentiment informat</b>	80	0,025	2
	<b>Fulla d'informació</b>	80	0,025	2
	<b>VSP-A</b>	250	0,025	6,25
	<b>ODI</b>	250	0,025	6.25
	<b>Full de registre</b>	250	0,025	6,25
<b>Estadístic</b>	<b>Software SPSS</b>	1	96	96
	<b>Memòria externa 1TB</b>	1	40	40
<b>Difusió</b>	<b>Publicació d'accés obert</b>	1	2000	2000
	<b>Congressos</b>	2	500	1000
<b>Total</b>				<b>3480,75</b>

Respecte als professionals sanitaris que participaran en l'estudi ho faran de forma voluntària a canvi de formar part en futures investigacions. A part, participaran en la publicació que es farà posteriorment, moment en el qual sí que seran remunerats pel seu treball. Per altra banda, l'estadístic rebrà una petita contribució econòmica per la seva feina realitzada.

Taula 6: Pressupost de recursos humans de l'estudi

<u>Professionals</u>	<u>Quantitat</u>	<u>Preu (€)</u>
<b>Fisioterapeutes</b>	4	0
<b>Examinadors</b>	2	0
<b>Estadístic</b>	1	500
<b>Total</b>		<b>500</b>

## 10. Bibliografía

1. Garcia PE. Análisis de los efectos de 12 semanas de entrenamiento en la zona central CORE en jugadoras de voleibol y gimnastas de rítmica y su influencia en el dolor de espalda lumbar. Vol. 151. Facultad de ciencias del deporte; 2015.
2. Barta Peregort A, Duran Delgado C. 1000 ejercicios y juegos de gimnasia rítmica deportiva. 3rd ed. Barcelona: Editorial Paidotribo México; 2002.
3. Ávila-Carvalho L. Ginástica Rítmica de Alto Rendimiento Desportivo. Estudo de variáveis do desempenho na especialidade de conjuntos. [Oporto]: Faculdade de Desporto da Universidade do Porto; 2012.
4. Meeuwisse WH. Predictability of Sports Injuries. *Sport Med*. 1991;12(1):8–15.
5. Caine DJ, Russell K, Liesbeth L. Handbook of Sports Medicine and Science: Gymnastics. Wiley J, Sons, editors. Chichester: Wiley-Blackwell; 2013. 200 p.
6. Edouard P, Steffen K, Junge A, Leglise M, Soligard T, Engebretsen L. Gymnastics injury incidence during the 2008, 2012 and 2016 Olympic Games: Analysis of prospectively collected surveillance data from 963 registered gymnasts during Olympic Games. *Br J Sports Med*. 2017;52(7):475–81.
7. Iwamoto J, Takeda T, Wakano K. Returning athletes with severe low back pain and spondylolysis to original sporting activities with conservative treatment. *Scand J Med Sci Sport*. 2004;14(6):346–51.
8. Desai N, Vance DD, Rosenwasser MP, Ahmad CS. Artistic gymnastics injuries; Epidemiology, evaluation, and treatment. *J Am Acad Orthop Surg*. 2019;27(13):459–67.
9. Vernetta M, Montosa I, López-Bedoya J. Análisis de las lesiones deportivas en jóvenes practicantes de gimnasia rítmica de competición de categoría infantil. *Rev Andaluza Med del Deport [Internet]*. 2016;9(3):105–9. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ramd.2015.11.001>
10. Kruse D, Lemmen B. Spine injuries in the sport of gymnastics. *Curr Sports Med Rep*. 2009;8(1):20–8.
11. Walker B. The anatomy of sports injuries. Berkeley: Lotus Publishins. North Atlantic Books; 2007. 262 p.
12. Romiti M, Finch CF, Gabbe B. A prospective cohort study of the incidence of injuries among junior Australian football players: Evidence for an effect of playing-age level. *Br J Sports Med*. 2008;42(6):441–6.
13. Sierra E, Bobo M, Pérez A, Fernández M. Longitudinal Study of Individual Exercises in Elite Rhythmic Gymnastics. *Front Psychol*. 2019;10.
14. Selhorst M, Fischer A, MacDonald J. Prevalence of Spondylolysis in Symptomatic

- Adolescent Athletes: An Assessment of Sport Risk in Nonelite Athletes. *Clin J Sport Med*. 2019;29(5):421–5.
15. Zetaruk MN. The young gymnast. *Clin Sports Med*. 2000;19(4):757–80.
  16. Ball JR, Harris CB, Lee J, Vives MJ. Lumbar Spine Injuries in Sports: Review of the Literature and Current Treatment Recommendations. *Sport Med - Open*. 2019;5(1).
  17. Koes BW, Van Tulder MW, Thomas S. Diagnosis and treatment of low back pain. *Bmj*. 2006;332:1430–4.
  18. Deyo RA, Mirza SK, Martin BI. Back pain prevalence and visit rates: Estimates from U.S. national surveys, 2002. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2006;31(23):2724–7.
  19. Wieland L, Skoetz N, Pilkington K, Vempati R, D Adamo C, Berman B. Yoga treatment for chronic non-specific low back pain ( Review ). *Cochrane Database Syst Rev*. 2017;(1):142.
  20. Casado Morales MI, Moix Queraltó J, Vidal Fernández J. Aetiology, chronification, and treatment of low back pain. *Clínica y Salud [Internet]*. 2008;19(3):379–92. Available from: [http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1130-52742008000300007](http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1130-52742008000300007)
  21. Edmund Thomas R, Charles Thomas B. A systematic review of injuries in gymnastics. *Phys Sportsmed [Internet]*. 2019;47(1):96–121. Available from: <https://doi.org/10.1080/00913847.2018.1527646>
  22. Hart E, Meehan WP, Bae DS, D’Hemecourt P, Straccioli A. The Young Injured Gymnast: A Literature Review and Discussion. *Curr Sports Med Rep*. 2018;17(11):366–75.
  23. Garrido E, Mora A. Espondilolisis y espondilolistesis en niños y adolescentes. *Rev Española Cirugía Ortopédica y Traumatológica*. 2014;58(6):395–406.
  24. Zukotynski K, Curtis C, Grant FD, Micheli L, Treves ST. Imaging assessment of pars interarticularis injury in young athletes with back pain: Current concepts and imaging methods. *ArgoSpine News J*. 2011;23(1):15–8.
  25. Fernández M, Díaz L, Rey C, González S. Lumbalgia en pediatría: ¿Una entidad banal? *Boletín Pediatr Soc Pediatría Astur Cantab y Castilla Y León*. 2016;56(237):182–5.
  26. Overley SC, McAnany SJ, Andelman S, Kim J, Merrill RK, Cho SK, et al. Return to Play in Adolescent Athletes With Symptomatic Spondylolysis Without Listhesis: A Meta-Analysis. *Glob Spine J*. 2018;8(2):190–7.
  27. Panteliadis P, Nagra NS, Edwards KL, Behrbalk E, Boszczyk B. Athletic Population with Spondylolysis: Review of Outcomes following Surgical Repair or Conservative Management. *Glob Spine J*. 2016;6(6):615–25.
  28. Societat Catalana de Medicina de l’Esport. Conducta a seguir ante una espondilólisis y/o espondilolistesis en deportistas. Barcelona; 2002. p. 32.

29. Fujimoto Y, Sakai T, Sairyo K. What Type of Orthosis is Optimal for Conservative Treatment of Lumbar Spondylolysis?: A Biomechanical Analysis. *Spine Surg Relat Res.* 2020;4(1):74–80.
30. Herman MJ, Pizzutillo PD, Cavalier R. Spondylolysis and spondylolisthesis in the child and adolescent athlete. *Orthop Clin North Am.* 2003;34(3):461–7.
31. Omev ML, Micheli LJ, Gerbino PG. Idiopathic scoliosis and spondylolysis in the female athlete: Tips for treatment. *Clin Orthop Relat Res.* 2000;(372):74–84.
32. Sousa T, Skaggs DL, Chan P, Yamaguchi KT, Borgella J, Lee C, et al. Benign Natural History of Spondylolysis in Adolescence With Midterm Follow-Up. *Spine Deform* [Internet]. 2017;5(2):134–8. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jspd.2016.10.005>
33. Omid-Kashani F, Ebrahimzadeh MH, Salari S. Lumbar spondylolysis and spondylolytic spondylolisthesis: Who should be have surgery? An algorithmic approach. *Asian Spine J.* 2014;8(6):856–63.
34. Huang P, Anissipour A, McGee W, Lemak L. Return-to-Play Recommendations After Cervical, Thoracic, and Lumbar Spine Injuries: A Comprehensive Review. *Sports Health.* 2016;8(1):19–25.
35. Tallarico RA, Madom IA, Palumbo MA. Spondylolysis and spondylolisthesis in the athlete. *Sports Med Arthrosc.* 2008;16(1):32–8.
36. Fuentes Márquez PA. Revisión sobre los efectos del ejercicio físico como terapia en el tratamiento de la espondilólisis y/o espondilolistesis en el deporte. Universidad Internacional de Andalucía; 2013.
37. Virkki E, Holstila M, Mattila K, Pajulo O, Helenius I. Radiographic Outcomes of Immobilization using Boston Brace for Pediatric Spondylolysis. *Scand J Surg.* 2019;
38. Miller SF, Congeni J, Swanson K. Long-term functional and anatomical follow-up of early detected spondylolysis in young athletes. *Am J Sports Med.* 2004;32(4):928–33.
39. D’Hemecourt PA, Gerbino PG, Micheli LJ. Back injuries in the young athlete. *Clin Sports Med.* 2000;19(4):663–79.
40. Grazina R, Andrade R, Santos FL, Marinhos J, Pereira R, Bastos R, et al. Return to play after conservative and surgical treatment in athletes with spondylolysis: A systematic review. *Phys Ther Sport.* 2019;37:34–43.
41. Ederra J. Efectividad del Abdominal “bracing” y “hollowing” en reducción de dolor e inestabilidad lumbar en pacientes con dolor lumbar crónico de origen inespecífico: Revisión Sistemática [Internet]. 2016. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1466856407001543>
42. Vera-García FJ, Barbado D, Moreno-Pérez V, Hernández-Sánchez S, Juan-Recio C, Elvira JLL. «core stability». Concept and contributions to training and injury

- prevention. *Rev Andaluza Med del Deport* [Internet]. 2015;8(2):79–85. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ramd.2014.02.004>
43. Panjabi MM. The stabilizing system of the spine: Part I. function, dysfunction, adaptation, and enhancement. *J Spinal Disord*. 1992;5(4):383–9.
  44. O’Sullivan PB, Twomey LT, Allison GT. Evaluation of specific stabilizing exercise in the treatment of chronic low back pain with radiologic diagnosis of spondylolysis of spondylolisthesis. *Spine (Phila Pa 1976)*. 1997;22(24):2959–67.
  45. Rubí Carnacea R, Josep J. Efectivitat d’una intervenció fisioterapèutica basada en la pre-activació del transvers abdominal en pacients amb lumbàlgia inespecífica crònica en atenció primària [Internet]. 2017. Available from: <http://hdl.handle.net/10803/405416>
  46. Fredericson BM, Moore T. CORE stabilisation training for middle and long distance runners. *World Pumps*. 2006;2006(473):15–7.
  47. McGill SM. Low back stability: From formal description to issues for performance and rehabilitation. *Exerc Sport Sci Rev*. 2001;29(1):26–31.
  48. Liebenson C. A modern approach to abdominal training. *J Bodyw Mov Ther*. 2007;11:194–8.
  49. Kennedy DJ, Noh MY. The Role of Core Stabilization in Lumbosacral Radiculopathy. *Phys Med Rehabil Clin N Am* [Internet]. 2011;22(1):91–103. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.pmr.2010.12.002>
  50. Richardson C., Jull GA. Muscle control-pain control. What exercises would you prescribe? *Man Ther*. 1995;1:2–10.
  51. Lisón JF, Monfort M, Sarti MA. Entrenamiento isométrico de la musculatura lumbar. *Actas del VI Congr Galego Educ Física*. 1998;167–74.
  52. Richardson CA, Snijders CJ, Hides JA, Damen L, Pas MS, Storm J. The relation between the transversus abdominis muscles, sacroiliac joint mechanics, and low back pain. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2002;27(4):399–405.
  53. McGill S. Core training: evidence translating to better performance and injury prevention. *Strength and Conditioning Journal*. *Strength Cond J*. 2010;32(3):33–46.
  54. Borde R, Hortobágyi T, Granacher U. Dose–Response Relationships of Resistance Training in Healthy Old Adults: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sport Med*. 2015;45(12):1693–720.
  55. Haskell WL, Lee IM, Pate RR, Powell KE, Blair SN, Franklin BA, et al. Physical activity and public health: Updated recommendation for adults from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. *Med Sci Sports Exerc*. 2007;39(8):1423–34.
  56. Hodges P, Richardson C, Jull G. Evaluation of the relationship between laboratory and



- clinical tests of transversus abdominis function. *Physiother Res Int*. 1996;1(1):30–40.
57. Richardson C, Hodges P, Hides J. Therapeutic exercise for lumbopelvic stabilization. A Motor Control Approach for the Treatment and Prevention of Low Back Pain. 2nd ed. Livinstone C, editor. 2004. 264 p.
  58. Cholewicki J, McGill SM. New Concepts and Hypotheses Mechanical stability of the in viva lumbar spine : implications for injury and chronic low back pain. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*. 1996;11(1):1–15.
  59. Lazcano E, Salazar E, Gutiérrez P, Angeles A, Hernández A, Viramontes JL. Ensayos clínicos aleatorizados: variantes, métodos de aleatorización, análisis, consideraciones éticas y regulación. *Salud Publica Mex*. 2004;46(6):26.
  60. Cobos-Carbó A, Augustovski F. Declaración CONSORT 2010: actualización de la lista de comprobación para informar ensayos clínicos aleatorizados de grupos paralelos. *Med Clin (Barc)*. 2011;137(5):213–5.
  61. Grant S, Mayo-Wilson E, Montgomery P, Macdonald G, Michie S, Hopewell S, et al. CONSORT-SPI 2018 Explanation and Elaboration: Guidance for reporting social and psychological intervention trials. *Trials*. 2018;19(1):1–18.
  62. Federació Catalana de Gimnàstica Rítmica. Circular informativa a tots els Clubs Federats de Gimnàstica: Assegurança Esportiva Llicències 2018. Vol. 2. 2018. p. 93–4.
  63. Consejo Superior de Deportes. Anuario estadística deportiva 2019. Madrid; 2019. p. 224.
  64. Hawker G, Mian S, Kendzerska T, French M. Measures of Adult Pain. *Am Coll og Rheumatol [Internet]*. 2011;63(11):240–52. Available from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1002/acr.20543>
  65. Jensen MP, Chen C, Brugger AM. Interpretation of visual analog scale ratings and change scores: A reanalysis of two clinical trials of postoperative pain. *J Pain*. 2003;4(7):407–14.
  66. Jensen MP, Karoly P, Braver S. The measurement of clinical pain intensity: a comparison of six methods. *Pain*. 1986;27(1):117–26.
  67. O’Leary S, Falla D, Jull G. The relationship between superficial muscle activity during the cranio-cervical flexion test and clinical features in patients with chronic neck pain. *Man Ther [Internet]*. 2011;16(5):452–5. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.math.2011.02.008>
  68. Kelly AM. The minimum clinically significant difference in visual analogue scale pain score does not differ with severity of pain. *Emerg Med J*. 2001;18(3):205–7.
  69. Kahl C, Cleland JA. Visual analogue scale, numeric pain rating scale and the McGill pain Questionnaire: an overview of psychometric properties. *Phys Ther Rev*. 2005;10(2):123–8.

70. Storheim K, Bø K, Pederstad O, Jahnsen R. Intra-tester reproducibility of pressure biofeedback in measurement of transversus abdominis function. *Physiother Res Int*. 2002;7(4):239–49.
71. Roland M, Fairbank J. The Roland-Morris Disability Questionnaire and the Oswestry Disability Questionnaire. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2000;25(24):3115–24.
72. Inmaculada C, Gómez A, Sánchez J. Eficacia de los tratamientos de fisioterapia para el dolor lumbar en niños y adolescentes. Revisión sistemática. *Rev la Soc Española del Dolor*. 2012;19(3):138–46.
73. Laita LC, Cubillo CT, Mingo T, Jim S. Efectos de las técnicas de ejercicio terapéutico correctivo en la escoliosis idiopática del adolescente. Revisión sistemática. *Arch Argent Pediatr*. 2018;116(4):582–9.
74. Reinoso F. Medición de calidad de vida en niños con dolor crónico: ¿Tiene alguna utilidad clínica? *Real Academia Nacional de Medicina*. 2010. 497–507 p.
75. Pane S, Solans M, Gaité L, Serra-Sutton V, Estrada MD, Rajmil L. Instrumentos de calidad de vida relacionada con la salud en la edad pediátrica. Revisión sistemática de la literatura: actualización. Barcelona: Agència d’Avaluació de Tecnologia i Recerca Mèdiques; 2006.
76. Serra-Sutton V, Herdman M, Rajmil L, Santed R, Claude M, Auquier P. Adaptación al español del cuestionario Vecú et sante perçue de l’adolescent (VSP-A): una medida genérica de calidad de vida para adolescentes. *Rev Esp Salud Publica*. 2002;76(6):701–12.
77. Debnath UK, Freeman BJC, Grevitt MP, Sithole J, Scammell BE, Webb JK. Clinical outcome of symptomatic unilateral stress injuries of the lumbar pars interarticularis. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2007;32(9):995–1000.
78. Polit D, Hungler B. Investigación científica en ciencias de la salud. 6ª Edición. Interamericana M-H, editor. México; 2000. 725 p.
79. Cobos-Carbó A. Ensayos clínicos aleatorizados (CONSORT). *Med Clin (Barc)*. 2005;125:21–7.
80. Ariza Carrió G, Bago Granell J, Bras Marquillas J, Cabré Segú J, Giner Aguiló C. Patología de la columna lumbar en l’adult. Direcció Clínica en l’Atenció Primària. Guies de pràctica clínica i material docent [Internet]. Barcelona; 2004. p. 49. Available from: [www.gencat.net/ics](http://www.gencat.net/ics)
81. Pouliquen JC, Glorion C, Langlais J, Ceolin JL. Aspectos generales de las fracturas en el niño. *EMC - Apar Locomot*. 2002;35(2):1–16.
82. Winslow JJ, Jackson M, Getzin A, Costello M. Rehabilitation of a young athlete with extension-based low back pain addressing motor-control impairments and central sensitization. *J Athl Train*. 2018;53(2):168–73.

83. De Inocencio J, García-Consuegra J, Merino R, Calvo I, García JJ, Ruperto N. The European Spanish version of the Childhood Health Assessment Questionnaire (CHAQ) and the Child Health Questionnaire (CHQ). *Clin Exp Rheumatol*. 2001;19(4 SUPPL. 23):5–7.
84. Chan A, Tetzlaff JM, Altman DG, Laupacis A, Gotzsche P, Krleža-Jerić K, et al. Declaración SPIRIT 2013: definición de los elementos estándares del protocolo de un ensayo clínico [SPIRIT 2013 Statement: defining standard protocol items for clinical trials]. *Rev Panam Salud Publica*. 2015;38(6):506–14.
85. World Medical Association. World Medical Association Declaration of Helsinki Ethical Principles for Medical Research Involving Human Subjects. *JAMA* [Internet]. 2015;310(20):2191–3. Available from: <https://jamanetwork.com/journals/jama/fullarticle/1760318>

## Annexes

### Annex 1: Causes de lesions en gimnàstica: factors de risc i mecanismes lesionals

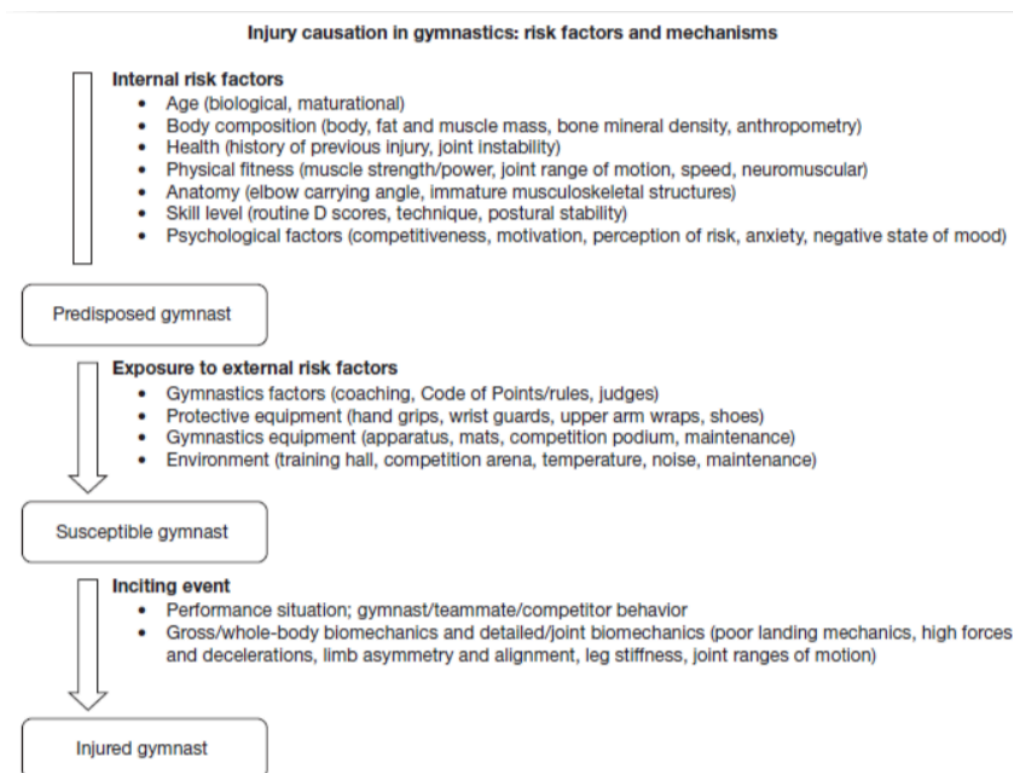


Figura 6: Factors de risc interns i externs; mecanismes de lesió més propenses a provocar l'aparició de les lesions en gimnastes (5)

## Annex 2: Lesions més comunes en gimnàstica d'elit

	Artistic gymnastics		Rhythmic gymnastics	Trampoline gymnastics		Gymnastics
	Female	Male	Female	Male	Female	Total
<b>Injury location</b>						
Face/head/neck	9.7 (23.1)	4.2 (0.0)		33.3 (0.0)		6.2 (9.7)
Trunk	16.1 (7.7)	12.5 (7.1)	19.0 (0.0)	33.3 (0.0)		16.0 (6.5)
Shoulder	3.2 (0.0)	8.3 (7.1)				3.7 (3.2)
Arm/hand except shoulder	9.7 (0.0)	16.7 (14.3)				8.6 (6.5)
Hip/groin	9.7 (15.4)		19.0 (25.0)		50.0 (0.0)	9.9 (9.7)
Thigh	3.2 (0.0)				50.0 (0.0)	2.5 (0.0)
Knee	3.2 (7.7)	16.7 (21.4)	4.8 (0.0)			7.4 (12.9)
Lower leg/Achilles tendon	12.9 (0.0)	8.3 (7.1)	4.8 (0.0)			8.6 (3.2)
Ankle	25.8 (38.5)	16.7 (14.3)	23.8 (25.0)			21.0 (25.8)
Foot	6.5 (7.7)	12.5 (21.4)	19.0 (0.0)	33.3 (0.0)		12.3 (12.9)
Missing values		4.2 (7.1)	9.5 (50.0)			3.7 (9.7)
<b>Injury types</b>						
Fracture	3.2 (7.7)	16.7 (28.6)	4.8 (25.0)			7.4 (19.4)
Stress fracture			9.5 (0.0)			2.5 (0.0)
Other bone injury	3.2 (0.0)		4.8 (0.0)			2.5 (0.0)
Sprain/ligamentous rupture/dislocation	48.4 (61.5)	29.2 (28.6)	28.6 (50.0)	66.7 (0.0)		37.0 (45.2)
Lesion of meniscus or cartilage	3.2 (7.7)	8.3 (14.3)	4.8 (0.0)			4.9 (9.7)
Strain/muscle cramps	12.9 (15.4)		9.5 (0.0)			7.4 (6.5)
Contusion	6.5 (0.0)	20.8 (7.1)			50.0 (0.0)	9.9 (3.2)
Tendinopathy/impingement/arthritis fasciitis	12.9 (0.0)	16.7 (14.3)	23.8 (0.0)		50.0 (0.0)	17.3 (6.5)
Other	9.7 (7.7)	8.3 (7.1)	14.3 (25.0)	33.3 (0.0)		11.1 (9.7)
<b>Missing values</b>						
<b>Injury circumstances</b>						
Competition	41.9 (61.5)	66.7 (64.3)	14.3 (25.0)			39.5 (58.1)
Training	48.4 (23.1)	20.8 (35.7)	76.2 (25.0)	66.7 (0.0)	100.0 (0.0)	49.4 (29.0)
Missing values	9.7 (15.4)	12.5 (0.0)	9.5 (50.0)	33.3 (0.0)		11.1 (12.9)
<b>Injury causes</b>						
Overuse (gradual onset)	6.5 (0.0)	4.2 (7.1)	23.8 (0.0)	33.3 (0.0)		11.1 (3.2)
Overuse (sudden onset)	16.1 (0.0)	8.3 (7.1)	19.0 (25.0)		50.0 (0.0)	14.8 (6.5)
Non-contact trauma	25.8 (38.5)	25.0 (28.6)	9.5 (0.0)		50.0 (0.0)	21.0 (29.0)
Recurrence	9.7 (7.7)	8.3 (7.1)	28.6 (0.0)			13.6 (6.5)
Contact with immobile object	29.0 (38.5)	20.8 (28.6)	9.5 (25.0)	66.7 (0.0)		22.2 (32.3)
Others	9.7 (15.4)	25.0 (21.4)	4.8 (25.0)			12.3 (19.4)
Missing values	3.2 (0.0)	8.3 (0.0)	4.8 (25.0)			4.9 (3.2)

Figura 7: Percentatge de lesions per localització corporal, tipus, circumstàncies i causes segons les tres disciplines de gimnàstica olímpica i sexe durant els Jocs Olímpics 2008,2012 i 2016 (6)

### Annex 3: Radiografia espondilòlisi unilateral dreta



*Figura 8: Espondilòlisi unilateral dreta als pars interarticularis de L5 (5)*

## Annex 4: Questionari ODI

### OSWESTRY DISABILITY INDEX

*(adaptación pacientes pediátricos: supresión ítem 9 original)*

**Por favor lea atentamente:** Estas preguntas han sido diseñadas para que su médico conozca hasta qué punto su dolor de espalda le afecta en su vida diaria. Responda a todas las preguntas, señalando en cada una sólo aquella respuesta que más se aproxime a su caso. Aunque usted piense que más de una respuesta se puede aplicar a su caso, marque sólo aquella que describa MEJOR su problema.

---

#### I. Intensidad de dolor

- ☐ Puedo soportar el dolor sin necesidad de tomar calmantes
- ☐ El dolor es fuerte pero me arreglo sin tomar calmantes
- ☐ Los calmantes me alivian completamente el dolor
- ☐ Los calmantes me alivian un poco el dolor
- ☐ Los calmantes apenas me alivian el dolor
- ☐ Los calmantes no me quitan el dolor y no los tomo

#### 2. Cuidados personales (lavarse, vestirse, etc.)

- ☐ Me las puedo arreglar solo sin que me aumente el dolor
- ☐ Me las puedo arreglar solo pero esto me aumenta el dolor
- ☐ Lavarme, vestirme, etc., me produce dolor y tengo que hacerlo despacio y con cuidado
- ☐ Necesito alguna ayuda pero consigo hacer la mayoría de las cosas yo solo
- ☐ Necesito ayuda para hacer la mayoría de las cosas
- ☐ No puedo vestirme, me cuesta lavarme, y suelo quedarme en la cama

#### 3. Levantar peso

- ☐ Puedo levantar objetos pesados sin que me aumente el dolor
- ☐ Puedo levantar objetos pesados pero me aumenta el dolor
- ☐ El dolor me impide levantar objetos pesados del suelo, pero puedo hacerlo si están en un sitio cómodo (ej. en una mesa)
- ☐ El dolor me impide levantar objetos pesados, pero sí puedo levantar objetos ligeros o medianos si están en un sitio cómodo
- ☐ Sólo puedo levantar objetos muy ligeros
- ☐ No puedo levantar ni elevar ningún objeto

#### 4. Andar

- ☐ El dolor no me impide andar
- ☐ El dolor me impide andar más de un kilómetro
- ☐ El dolor me impide andar más de 500 metros
- ☐ El dolor me impide andar más de 250 metros
- ☐ Sólo puedo andar con bastón o muletas
- ☐ Permanezco en la cama casi todo el tiempo y tengo que ir a rastras al baño

## 5. Estar sentado

- ☐ Puedo estar sentado en cualquier tipo de silla todo el tiempo que quiera
- ☐ Puedo estar sentado en mi silla favorita todo el tiempo que quiera
- ☐ El dolor me impide estar sentado más de una hora
- ☐ El dolor me impide estar sentado más de media hora
- ☐ El dolor me impide estar sentado más de diez minutos
- ☐ El dolor me impide estar sentado

## 6. Estar de pie

- ☐ Puedo estar de pie tanto tiempo como quiera sin que me aumente el dolor
- ☐ Puedo estar de pie tanto tiempo como quiera pero me aumenta el dolor
- ☐ El dolor me impide estar de pie más de una hora  
El dolor me impide estar de pie más de media hora
- ☐ El dolor me impide estar de pie más de diez minutos
- ☐ El dolor me impide estar de pie

## 7. Dormir

- ☐ El dolor no me impide dormir bien
- ☐ Sólo puedo dormir si tomo pastillas  
Incluso tomando pastillas duermo menos de seis horas
- ☐ Incluso tomando pastillas duermo menos de cuatro horas  
Incluso tomando pastillas duermo menos de dos horas
- ☐ El dolor me impide totalmente dormir

## 8. Vida social

- ☐ Mi vida social es normal y no me aumenta el dolor
- ☐ Mi vida social es normal, pero me aumenta el dolor
- ☐ El dolor no tiene un efecto importante en mi vida social, pero sí impide mis actividades más enérgicas,  
como bailar, etc.  
El dolor ha limitado mi vida social y no salgo tan a menudo  
El dolor ha limitado mi vida social al hogar
- ☐ No tengo vida social a causa del dolor

## 9. Viajar

- ☐ Puedo viajar a cualquier sitio sin que me aumente el dolor
- ☐ Puedo viajar a cualquier sitio, pero me aumenta el dolor
- ☐ El dolor es fuerte, pero aguanto viajes de más de dos horas  
El dolor me limita a viajes de menos de una hora
- ☐ El dolor me limita a viajes cortos y necesarios de menos de media hora  
El dolor me impide viajar excepto para ir al médico o al hospital



## Annex 5: Versió espanyola del qüestionari VSP-A

### VERSIÓ ESPANYOLA DEL QÜESTIONARI VSP-A

#### *Tu salud y calidad de vida*

**Durante las cuatro últimas semanas,**

	<i>Nunca Nada</i>	<i>Pocas veces Poco</i>	<i>Algunas veces Moderada- mente</i>	<i>Muchas veces Mucho</i>	<i>Siempre Muchísimo</i>
1. ¿Te has sentido inquieto/a, preocupado/a?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. ¿Te has sentido triste?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. ¿Te has sentido estresado/a, agobiado/a?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. ¿Te has sentido desanimado con facilidad?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. ¿Te has sentido preocupado/a por el futuro?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. ¿Te has sentido satisfecho/a con tu vida?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7. ¿Te has sentido ayudado/a, apoyado/a por tus amigos/as?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8. ¿Te has sentido comprendido/a por tus ami- gos/as?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**Durante las cuatro últimas semanas,**

	<i>No tengo</i>	<i>Nunca Nada</i>	<i>Pocas ve- ces Poco</i>	<i>Algunas veces Modera- damente</i>	<i>Muchas veces Mucho</i>	<i>Siempre Muchísimo</i>
9. ¿Te has sentido satisfecho/a con la rela- ción sentimental con tu chico/a?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10. ¿Te has sentido satisfecho/a con tu vida sexual?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**Durante las cuatro últimas semanas,**

	<i>Nunca Nada</i>	<i>Pocas veces Poco</i>	<i>Algunas veces Moderada- mente</i>	<i>Muchas veces Mucho</i>	<i>Siempre Muchísimo</i>
11. ¿Te has sentido comprendido/a, tranquili- zado/a por tus padres?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12. ¿Te has sentido satisfecho/a de tus resulta- dos escolares?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
13. ¿Te has sentido ayudado/a por tus profes- ores?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
14. ¿Te has sentido comprendido/a por tus profesores?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
15. ¿Te has sentido aceptado/a, respetado/a por tus profesores?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Durante las cuatro últimas semanas,

	<i>Nunca Nada</i>	<i>Pocas veces Poco</i>	<i>Algunas veces Modera- damente</i>	<i>Muchas veces Mucho</i>	<i>Siempre Muchísimo</i>
16. ¿Te has sentido acomplejado/a por tu físico, por tu aspecto?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
17. ¿Te has sentido demasiado gordo/a, demasiado delgado/a, demasiado alto/a o demasiado bajo/a?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
18. ¿Te ha faltado energía?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
19. ¿Has estado en buena forma física?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
20. ¿Te has sentido débil, cansado/a?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
21. ¿Te han dado tus padres algún consejo?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
22. ¿Has ido a casa de tus amigos o amigas o han ido ellos/as a la tuya?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
23. ¿Has hecho algún tipo de actividad al aire libre con tus amigos o amigas: ir en bici, practicar algún deporte...?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
24. ¿Te has sentido con la moral alta?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
25. ¿Te has tomado las cosas por su lado positivo?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
26. ¿Has tenido la sensación de que todo iba bien a tu alrededor?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
27. ¿Has tenido confianza en ti mismo/a, te has sentido seguro/a de ti mismo/a?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
28. ¿Has tenido buenos resultados en el colegio, en el instituto?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
29. ¿Has tenido dolor en alguna parte de tu cuerpo?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
30. ¿Has podido hablar libremente con tus amigos/as, dar tu opinión?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
31. ¿Has podido reunirte con tu grupo de amigos/as?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
32. ¿Has podido salir: ir al centro, de compras, al cine, dar una vuelta...?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
33. ¿Has podido charlar con tus amigos o amigas?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
34. ¿Has podido sincerarte, hablar de tus problemas con tus amigos/as?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
35. ¿Has podido sincerarte, hablar de tus problemas con tus padres?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
36. ¿Has podido hablar libremente con tus padres, dar tu opinión?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Durante las cuatro últimas semanas,

	<i>No me han visitado</i>	<i>Nunca Nada</i>	<i>Pocas veces Poco</i>	<i>Algunas veces Modera- damente</i>	<i>Muchas veces Mucho</i>	<i>Siempre Muchísimo</i>
37. ¿Te has sentido ayudado/a por el personal sanitario (médico/a, enfermero/a, psicólogo/a...)?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
38. ¿Te has sentido comprendido/a, tranquilizado/a por el personal sanitario (médico/a, enfermero/a, psicólogo/a...)?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
39. ¿Te has sentido respetado/a por el personal sanitario (médico/a, enfermero/a, psicólogo/a...)?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

## **Annex 6: Full d'informació pels participants de l'estudi d'investigació**

### **Full d'informació pels participants de l'estudi d'investigació**

Aquest és un full on es detalla tota la informació relacionada amb la investigació a realitzar: objectius, metodologia, beneficis, riscos, inconvenients i maneig de la informació. Jo, Cristina Calvo Estelrich, com investigadora principal de l'estudi estic a la vostra completa disposició per resoldre qualsevol dubte que us pugui aparèixer durant la lectura i en relació amb la investigació. No s'ha de decidir en aquest moment la participació i és necessari que es tingui molt clar que la participació és voluntària i es pot retirar d'aquesta sense que afecti a l'atenció mèdica.

**Títol:** “L'efectivitat de l'abdominal hollowing sobre l'activació de la musculatura transversa abdominal en les primeres fases del tractament en gimnastes de rítmica d'iniciació en etapa de creixement amb espondilòlisi lumbar en comparació amb el tractament convencional”.

**Promotor:** Universitat de Lleida

#### **Objectius**

L'objectiu principal de l'estudi és avaluar l'efectivitat de l'abdominal hollowing en relació amb l'activació de la musculatura abdominal, la intensitat del dolor i el return to play en gimnastes de rítmica entre 8 i 18 anys amb espondilòlisi lumbar en comparació amb el tractament convencional.

També es valoraran altres variables com la qualitat de vida i la disfunció lumbar.

#### **Metodologia**

En la investigació es continuarà amb el tractament convencional d'aquesta lesió però a més a més, en el grup experimental, es portarà a terme prèviament un protocol d'exercicis d'activació del TrA (musculatura profunda). Aquesta musculatura augmenta l'estabilitat lumbar gràcies al treball del sistema actiu de la columna vertebral que permetrà fer front a la inestabilitat causada per l'estructura passiva afectada, és a dir, la unió entre les vètebres

(pars interarticularis). Aquesta estabilitat, a més a més, repercutirà disminuint el dolor i a la vegada millorant la disfunció lumbar i la qualitat de vida.

Totes les participants hauran estat diagnosticades d'espondilòlisi lumbar i per formar part de la investigació hauran de superar els criteris d'inclusió que s'han marcat. Un cop llegida aquesta informació i arribada a una decisió sòlida respecte a la participació en l'estudi, es demanarà la identitat tant del pare, mare o tutor legal com de la pacient pel consentiment informat.

Posteriorment, s'assignarà a la pacient a un dels dos grups de forma aleatòria i s'explicarà el procediment, el lloc, la freqüència de sessions i el fisioterapeuta assignat. Posteriorment es realitzarà una avaluació inicial, que serà idèntica a la final, per permetre comparar els resultats i conèixer si hi ha hagut progressos favorables.

### **Durada**

La participació en l'estudi dependrà de l'evolució del tractament, finalitzant un cop que el traumatòleg doni l'alta mèdica. La durada aproximada és entre 5 i 6 mesos.

Portaran durant un quatre setmanes (el grup experimental) i 10 setmanes (el grup control) una ortesi LSO per afavorir la consolidació de la fractura, temps acordat amb el traumatòleg. Posteriorment s'iniciarà la intervenció.

Durant l'estudi es demana compromís. Aquest fet implica que hi hagi una participació activa per part de la pacient i la màxima assistència continuada en les sessions.

### **Benefici**

No s'obtindran recompenses econòmiques ni de cap classe als participants per formar part de l'estudi, encara que el tractament pot afavorir la seva recuperació disminuint la intensitat del dolor, la disfunció lumbar i augmentant el control en l'activació abdominal profunda i la qualitat de vida, afavorint una tornada a la pràctica esportiva més ràpida. A més a més, depenent dels resultats que s'obtinguin podran ajudar a molta gent en un futur que pateixi la mateixa lesió i vulgui perdre el menor temps possible d'entrenaments.

## **Riscs**

El protocol d'investigació no presenta cap risc ni possibles afectes adversos o secundaris.

## **Maneig d'informació**

La identitat, les dades mèdiques i totes les dades que s'obtinguin de les avaluacions tant inicials com finals seran confidencials, únicament podran tenir accés l'investigador principal i l'estadístic. En cas que es necessités compartir la informació seria obligatori obtenir el full de consentiment escrit signat per vostè i la pacient per compartir-la. Quan es publiquin els resultats es mantindrà la confidencialitat de la identitat en tot moment.

Tindrà accés directe a les vostres dades seguint la Llei Orgànica 3/2018, del 5 de Desembre, de protecció de dades de caràcter personal i garantia dels drets digitals.

## **Obtenció de informació**

Un cop que es doni d'alta es rebrà un correu electrònic o trucada al cap de 12 mesos per continuar amb el seguiment i per saber si hi ha hagut alguna recidiva. D'aquesta forma es demana màxim compromís, esperant resposta als correus que s'enviïn.

En cas de necessitar més informació, la investigadora principal (Jo, Cristina Calvo Estelrich), romandrà a la vostra disposició per qualsevol aclariment i necessitat. Us podeu posar en contacte mitjançant el telèfon mòbil (-----) o correu electrònic (-----).

## Annex 7: Consentiment informat

### CONSENTIMENT INFORMAT PER LA REALITZACIÓ DE PROJECTES D'INVESTIGACIÓ

(Data)

Títol de l'estudi: *"L'efectivitat de l'abdominal hollowing sobre l'activació de la musculatura transversa abdominal en les primeres fases del tractament en gimnastes de rítmica d'iniciació en etapa de creixement amb espondilòlisi lumbar en comparació amb el tractament convencional"*

Investigadora principal: Cristina Calvo Estelrich

Centre: Facultat d'Infermeria i Fisioteràpia de la Universitat de Lleida, Lleida.

Jo \_\_\_\_\_ amb

DNI \_\_\_\_\_, autoritzo com a pare, mare o tutor/a legal

de \_\_\_\_\_ amb

DNI \_\_\_\_\_ a la participació en l'estudi.

- ☐ He llegit la fulla d'informació que se m'ha entregat. He pogut fer preguntes sobre l'estudi.
- ☐ He rebut suficient informació sobre l'estudi.
- ☐ He conversat amb Cristina Calvo Estelrich i m'ha explicat la naturalesa, durada, mètodes, propòsits, inconvenients, riscos i beneficis.
- ☐ Entenc que la meva participació és voluntària.
- ☐ Entenc que es pot retirar de l'estudi i sol·licitar la destrucció de la seva mostra:
  - Quan vulgui
  - Sense haver de donar explicacions.
  - Sense tindre repercussió als tractaments mèdics.

- ☐ Entenc que, si decideix-ho retirar-me de l'estudi, els resultats obtinguts fins al moment es podran seguir utilitzant però que no es realitzaran noves anàlisis de la meva mostra.

En cas que els resultats de la investigació proporcionin dades que poden interessar a la meva persona o familiars:

- ☐ Vull ser informat.
- ☐ No vull ser informat, però accepto que el metge contacti amb els meus familiars si els resultats em poden afectar.

- ☐ Entenc que tinc els drets d'accés, rectificació, supressió, oposició, limitació del tractament de dades, inclús a traslladar les meves dades a un tercer autoritzat, d'acord amb la Llei Orgànica 3/2018, de 5 de Desembre, de protecció de dades de caràcter personal i garantia dels drets digitals.
  
- ☐ Ofereixo lliurement la meva conformitat per participar en l'estudi i dono el meu consentiment per l'accés i utilització de dades en les condicions detallades en la fulla d'informació al pacient.

Al terme de la investigació la meva mostra podrà ser:

- ☐ Destruïda
- ☐ Anonimitzada
- ☐ Incorporada en una col·lecció on la responsable és l'investigadora Cristina Calvo Estelrich que es troba a Lleida, per continuar sent utilitzada en l'estudi de les patologies de l'espondilòlisi lumbar.
- ☐ Quedar emmagatzemada per poder ser utilitzada en altres investigacions, possiblement no relacionades amb l'estudi inicial.

Firma del pacient:

Firma del pare/mare/tutor:

Nom:

Nom:

Firma de l'investigador:

Nom:

Data:

## Annex 8: Característiques sociodemogràfiques

*Taula 7: Característiques sociodemogràfiques (variables descriptives)*

CARACTERÍSTIQUES SOCIODEMOGRÀFIQUES	
Nom	
Edat	
Alçada (cm)	
Pes (kg)	
Club de gimnàstica	
Categoria	
Nivell	
Modalitat (individual/conjunt)	
Dies d'entrenament per setmana	
Hores d'entrenament	



## Annex 9: Plantilla estàndard pel registre de resultats

### REGISTRE DE RESULTATS AVALUACIÓ INICIAL I MITJA

<p><b>Codi del pacient:</b></p> <p><b>Data:</b></p> <p><b>Nom examinador:</b></p>  <p><b>Signatura examinador:</b></p>  <p><b>Signatura pacient:</b></p>	<p style="text-align: center;"><b>INTENSITAT DEL DOLOR</b></p> <p><b>EVA repòs:</b></p> <div style="text-align: center; margin-top: 20px;"> </div> <p><b>EVA Stork Test:</b></p> <div style="text-align: center; margin-top: 20px;"> </div>
--	---

Variable	Resultats	Interpretació dels resultats
Capacitat d'activació muscular transvers abdominal (PBU)	mmHg	Resposta_____
Discapacitat lumbar (Oswestry Disability Index)	%	Limitació funcional_____
Qualitat de vida (VSP-A)	punts	

## REGISTRE DE RESULTATS AVALUACIÓ FINAL

**Codi pacient:**

**Data:**

**Nom examinador:**

**Signatura examinador:**

**Signatura pacient:**

### INTENSITAT DEL DOLOR

**EVA repòs:**



**EVA Stork Test:**



**EVA cistella**



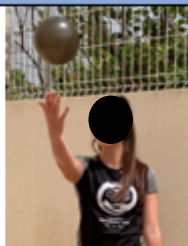
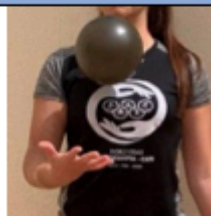


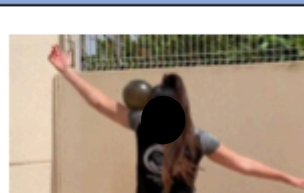



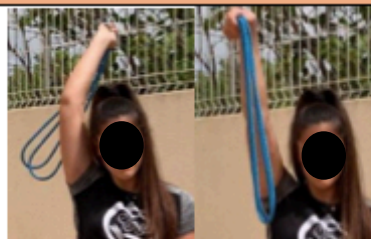
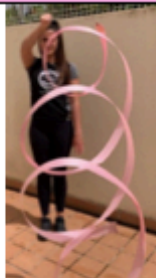
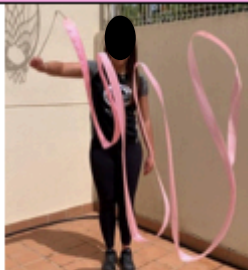


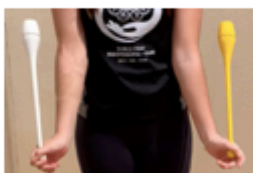

**EVA pont**



Variable	Resultats	Interpretació dels resultats
Capacitat d'activació muscular transvers abdominal (PBU)	mmHg	Resposta_____
Discapacitat lumbar (Oswestry Disability Index)	%	Limitació funcional_____
Qualitat de vida (VSP-A)	punts	
Return to play (RTP)	dies	Retorn_____

## Annex 10: Taula d'elements tècnics fonamental i no fonamentals dels aparells de gimnàstica rítmica

Taula 8: Elements tècnics fonamentals i no fonamentals dels aparells de rítmica

PILOTA						
						
Petit llançament	Rebot al pit	Rebot al terra		Rodament		
ARO			CORDA			
						
Rodament	Rotacions	Rotacions sobre l'eix	Rotacions	Escapada	Moviment en 8	
CINTA		MACES				
						
Espirals	Serpentines	Petit llançament		Rotacions	Molins	